1 ANNEXE A.1 : ÉVOLUTION DES RÈGLES DE CHARGES DES PONTS ROUTES

création ou modification	date
D. Poineau	2001
D. Poineau	2002
JM. Lacombe, E. Lozinguez	2006

1.1 INTRODUCTION

Pour pouvoir effectuer le recalcul d'un pont ancien en toute connaissance de cause et avec un risque minimum d'erreur, l'ingénieur chargé de cette opération se doit de connaître comment et pourquoi les règles de charges et de calcul ont évolué et aussi quelles en sont leurs imprécisions, leurs insuffisances voire leurs erreurs. Il doit savoir également que des modifications et des améliorations ont été apportées à ces règles par des circulaires diverses et variées dont il n'est pas toujours facile de retrouver la trace.

Lors de la recherche de la force portante d'un pont, l'examen de sa note de calculs peut permettre de constater qu'outre les charges civiles, a été pris en compte un convoi militaire (c'est le cas des passages inférieurs sur autoroutes qui normalement ont été dimensionnés sous le convoi de 4ème classe ou le char CM 120), et/ou un convoi exceptionnel.
Des réserves de force portante peuvent être ainsi découvertes.

1.2 GÉNÉRALITÉS

Les règles de charges et de calcul étant le plus souvent étroitement imbriquées, le tableau ci-après donne les références de ces différentes règles et ce depuis 1852. L'évolution des règles de charges est développée dans les paragraphes suivants dont les références sont indiquées comme suit :

1.3 - Évolution des règles de charges civiles
1.4 - Évolution des règles de charges militaires
1.5 - Évolution des règles de charges exceptionnelles

Année	Domaine						Référence	Sous-titre
	Béton armé	Béton Précontraint	Métal	Mixte	Charges civiles	Charges militaires		
août1852					X		Décret du 10 août 1852 portant règlement sur la police du roulage et des messageries publiques	
Février 1858			X				Circulaire sur les épreuves des ponts-rails (pour mémoire)	
juin 1869			X		X		Circulaire du 15 juin 1869 relative aux épreuves à faire subir aux ponts métalliques destinés aux voies de terre	Premier règlement de charges et de calcul pour les ponts routes métalliques. Se réfère à la circulaire du 26 février 1858 relative aux épreuves des ponts ferroviaires
juillet 1877			X		X		Circulaire du 8 juillet 1877 relative à la révision des circulaires du 26 février 1858 et du 15 juin 1869 relatives aux épreuves des ponts métalliques	Cette circulaire traite à la fois des règles de charges et de calcul
août 1891			X		X		Circulaire du 29 août 1891 relative à la révision de la circulaire de 1877, nouvelles règles relatives aux épreuves des ponts métalliques	Cette circulaire comme la précédente traite à la fois des règles de charges et de calcul
octobre 1906	X				X	X	Circulaire du 20 octobre 1906	Emploi du béton armé
janvier 1915			X		X	X	Circulaire du 8 janvier 1915	Ponts métalliques - Règlement de charges
juin 1920						X	Circulaire du 1er juin 1920	
mai 1927	X		X		X		Circulaire série A n°3 du 10 mai 1927	Ponts métalliques et ponts en béton armé
mai 1930						X	Circulaire du 5 mai 1930	
février 1933			X				Circulaire série A n°1 du 7 février 1933	Ponts métalliques et ponts en béton armé
juillet 1934	X						Circulaire série A n°8 du 19 juillet 1934	règles BA 34
mai 1937							Circulaire série A n°3 du 10 mai 1937	

Année	Domaine						Référence	Sous-titre
	Béton armé	Béton Précontraint	Métal	Mixte	Charges civiles	Charges militaires		
mars 1939			X				Circulaire série A n°4 du 7 mars 1939	Ponts métalliques et ponts en béton armé
mai 1939						X	Circulaire du 5 mai 1939	Conditions de résistance des ouvrages d'art
août 1940					X		Circulaire A-1 du 29 août 1940	Ponts métalliques et ponts en béton armé
octobre 1944					X		Circulaire série A n°27 du 14 octobre 1944	Modification de l'article 2 du règlement du 10 mai 1927 pour le calcul et les épreuves de ponts métalliques
avril 1946			X				Circulaire série A n°21 du 30 avril 1946	Instruction pour le calcul des charpentes et ponts en acier avec assemblages soudés à l'arc électrique
février 1946						X	Circulaire série A n°27 du 11 février 1946	Instruction relative à la circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
février 1946						X	Circulaire série B n°27 du 11 février 1946	Instruction relative à la circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
déc 1946						X	Circulaire série B n°243 du 10 décembre 1946	Instruction relative à la circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
juin 1947						X	Circulaire TP série B n°110 du 6 juin 1947	Conditions de circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art
mars 1950						X	Circulaire TP, SP II, n°42 du 7 mars 1950	Circulation des matériels lourds sur les ouvrages d'art
octobre 1953		X					Circulaire n°141 du 26 octobre 1953	Instructions provisoires relatives à l'emploi du béton précontraint
avril 1958					X	X	Circulaire n°30 du 5 avril 1958	Instructions relatives aux programmes de surcharges et aux épreuves des ponts-routes
janvier 1960	X						Circulaire SCET de M. JR Robinson (revue Routes)	Dérogations aux règles de calcul du béton armé de 1934
août 1960			X		X	X	Circulaire n°65 du 19 août 1960	fascicule 61, Titre I à V - conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art
déc 1962					X	X	Lettre du 8 décembre 1962 du ministre au chef du SSAR	Programme de surcharges pour les ponts sous autoroutes
nov 1964	X						Circulaire n°70 du 14 novembre 1964	fascicule 61, Titre VI - conception et calcul des ouvrages en béton armé
août 1965		X					Circulaire n°44 du 12 août 1965	IP1 - Instruction provisoire relative à l'emploi du béton précontraint
mars 1966				X			Circulaire d-10944 du 25 mars 1966	Ponts routiers de portée moyenne. Règles de calcul des ponts mixtes acier-béton
décembre 1968	X						Circulaire MEL n°68-119 du 11 décembre 1968	fascicule 61, Titre VI (CCBA 68)
février 1970			X				Circulaire n°70-18 du 4 février 1970	fascicule 61 Titre V - Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier
juin 1970	X						Décret n°70-505 du 5 juin 1970	modification du fascicule 61, Titre VI
octobre 1970	X						Circulaire MEL n°70-115 du 27 octobre 1970	fascicule 61, Titre VI (CCBA 70) - Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé
déc 1971	X	X	X	X	X	X	Circulaire n°71-145 du 13 décembre 1971	Instruction provisoire sur les directives communes relative au calcul des constructions
déc 1971					X	X	Circulaire n°71-155 du 29 décembre 1971	fascicule 61, Titre II - Programme de charges et épreuves des ponts routiers
déc 1971	X	X	X	X	X	X	Circulaire n°71-156 du 30 décembre 1971	mesures d'application du fasc. 61, Titre II - Programme de charges et épreuves des ponts routiers
août 1973			X				Circulaire n°73-150 du 7 août 1973	fascicule 61, Titre V - Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier
août 1973		X					Circulaire n°73-153 du 13 août 1973	I.P. 2 - Instruction provisoire n°2 relative à l'emploi du béton précontraint
avril 1974		X					Circulaire n°74-60 du 23 avril 1974	I.P. 1 modifiée
avril 1975		X					Circulaire n° du 2 avril 1975	I.P. 1 modifiée

Année	Domaine						Référence	Sous-titre
	Béton armé	Béton Précontraint	Métal	Mixte	Charges civiles	Charges militaires		
février 1978			X				Circulaire n°78-33 du 18 février 1978	fascicule 61, Titre V - Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier
mars 1979	X	X	X	X	X	X	Circulaire n°79-25 du 13 mars 1979	Instruction technique sur les directives communes de 1979 relative au calcul des constructions (DC 79)
déc 1979		X					Circulaire n°79-121 du 14 décembre 1979	I.P. 1 modifiée
mai 1980	X	X					Circulaire n°79-115 du 2 novembre 1979	fascicule spécial n°79-48 bis (règles BAEL 80)
mai 1980	X						Circulaire n°80-70 du 23 mai 1980	règles d'application du BAEL 80
Déc 1980	X	X	X	X	X	X	Lettre-circulaire du 9 décembre 1980	fascicule N°61 Titre II Surcharges routières réédition de 1981 – Programme des charges et épreuves des ponts routiers
juillet 1981				X			Circulaire n°81-63 du 28 juillet 1981	Règlement de calcul des ponts mixtes acier-béton
octobre 1983		X					Circulaire du 8 octobre 1983	fascicule n°62 Titre I section II (BPEL 83)
octobre 1983	X						Circulaire du 8 octobre 1983	fascicule n°62 Titre I section I (BAEL 83)
janvier 1992		X					Circulaire n°92-57 du 30 décembre 1992	fascicule n°62 Titre I section II (BPEL 91)
janvier 1992	X						Circulaire n°92-75 du 1er décembre 1992	fascicule n°62 Titre I section I (BAEL 91)
avril 1999		X					Circulaire n°99-28 du 6 avril 1999 modifiant le BPEL91	fascicule n°62 Titre I section II (BPEL 99)
avril 1992	X						Circulaire n°99-28 du 6 avril 1999 modifiant le BAEL91	fascicule n°62 Titre I section I (BAEL 99)[1]

[1] A noter les nouvelles règles BAEL et BPEL de 1999 qui introduisent les modifications suivantes :
- pour le BA, la fissuration, la dénomination des ciments et l'introduction des bétons à haute performance (60 à 80 MPa) ;
- pour le BP, l'introduction des bétons à haute performance (60 à 80 MPa).

1.3 LES CHARGES CIVILES

1.3.1 Généralités

Les premières règles de charges datent de 1852.
Les charges de chaussée et de trottoir ont été désignées par le terme "surcharges" jusque vers les années 1970. Le terme actuel "charges d'exploitation" a été introduit par les directives communes au calcul des constructions de 1971. La notion de coefficient de majoration dynamique est apparue en 1927.
Il est à noter que jusqu'à 1927, les règles françaises traitaient à la fois des charges de calcul et des règles de calcul des ponts sauf pour ceux en béton armé.
Des modifications concernant le calcul des ponts en béton armé, en béton précontraint et en métal ont été introduites dans le texte de la circulaire d'application des règles de charges de 1971 sans compter celles apportées par certaines circulaires particulières (par exemple, les circulaires de la Commission Interministérielle de la Précontrainte, celle de la direction des Routes du 2 avril 1975 …).
Il est à noter que les règles de charges jusqu'à 1958 traitaient à la fois des ponts-rails, des ponts-routes et des ponts-canaux.

1.3.2 Les règles du 10 août 1852

(Décret portant règlement sur la police du roulage et des messageries publiques)

DÉCRET PORTANT RÈGLEMENT SUR LA POLICE DU ROULAGE ET DES MESSAGERIES PUBLIQUES.

Palais des Tuileries, le 10 août 1852

Louis-Napoléon, Président de la République française,
sur le rapport du ministre des travaux publics,
Vu l'article 2 de la loi du 30 mai 1851 sur la police du roulage et des messageries publiques;
Le conseil d'État entendu,
Décrète :

TITRE PREMIER.

DISPOSITIONS APPLICABLES A TOUTES LES VOITURES.

ARTICLE PREMIER. - Les essieux des voitures ne pourront avoir plus de deux mètres cinquante (2.50m) de longueur, ni dépasser à leurs extrémités le moyeu de plus de six centimètres (0.60m). La saillie des moyeux, y compris celle de l'essieu, n'excédera pas de plus de douze centimètres (0.12m) le plan passant par le bord extérieur des bandes. Il est accordé une tolérance de deux centimètres (0.02m) sur cette saillie, pour les roues qui ont déjà fait un certain service.

Art. 2. - Il est expressément défendu d'employer des clous à tête diamant. Tout clou de bande sera rivé à plat, et ne pourra, lorsqu'il sera posé à neuf, former une saillie de plus de cinq millimètres (0.005m).

Art. 3. - Il ne peut être attelé :
1° Aux voitures servant au transport des marchandises, plus de cinq chevaux si elles sont à deux roues; plus de huit si elles sont à quatre roues, sans qu'il puisse y avoir plus de cinq chevaux de file.
2° Aux voitures servant au transport des personnes, plus de trois chevaux si elles sont à deux roues; plus de six si elles sont à quatre roues.

Art. 4. - Lorsqu'il y aura lieu de transporter des blocs de pierre, des locomotives ou d'autres objets d'un poids considérable, l'emploi d'un attelage exceptionnel pourra être autorisé, sur l'avis des ingénieurs ou des agents voyers, par les préfets des départements traversés…

Extrait du décret de 1852

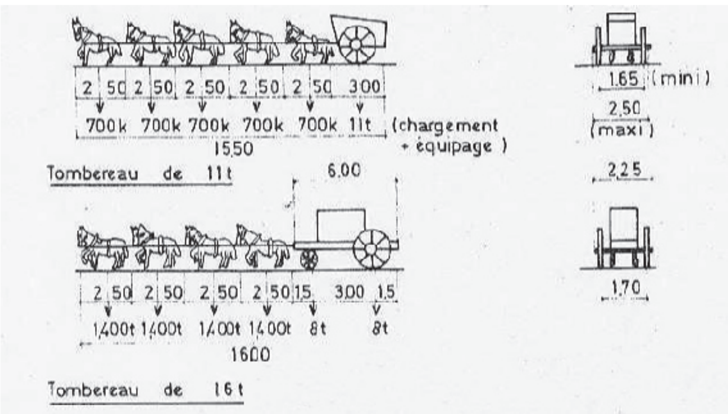
Ce décret donnait les caractéristiques que devaient respecter les attelages de cette époque ainsi que leurs conditions de circulation. Par exemple pour les transports de marchandises, les véhicules à 2 roues ne pouvaient être tirés par plus de 5 chevaux et celles à 4 roues par plus de 8 chevaux sans qu'il puisse y avoir plus de 5 chevaux de file. En outre, la longueur des essieux des voitures ne pouvait dépasser 2,50 mètres dimension qui correspond à la largeur des camions actuels !
Ces convois ont été utilisés pour le dimensionnement des ponts métalliques jusqu'à 1915 et pour les ponts en béton armé jusqu'à 1927. De plus, ils ont été utilisés pour les épreuves des ponts jusqu'à 1940 (Cf. les règles de 1927).

1.3.3 Les règles du 15 juin 1869

(Épreuves à faire subir aux ponts métalliques destinés aux voies de terre)
Il y a lieu de se reporter à la circulaire du 26 février 1858 relative aux épreuves des ponts ferroviaires). Ces règles qui se référaient à la police de roulage de 1852 distinguaient :.

- les charges réparties normales
  - chaussée : 400 kg/m²
  - trottoirs : 400 kg/m²

Chaque travée devait être chargée isolément puis ensuite l'ensemble des travées par les charges réparties disposées à la fois sur la chaussée et les trottoirs.



règles de charges de 1869 et 1877

- les charges concentrées normales
- Ces charges étaient appliquées sur des files de 2,50 m de largeur (le nombre de files étant égal au quotient de la largeur de la chaussée exprimée en mètres par 2,50).
  - un convoi de tombereaux à 2 roues de 11 tonnes, chaque tombereau étant tracté par une file de 5 chevaux de 0,7 tonnes chacun ;
  - un convoi de fardiers à 4 roues de 16 tonnes, chaque fardier étant tracté par 4 couples de chevaux (8 chevaux de 0,7 tonnes chacun).
  - Chaque travée devait être chargée isolément puis ensuite l'ensemble des travées par les charges concentrées. Il devait y avoir autant de files d'attelages que le pont comportait de files circulables. Les trottoirs n'avaient pas à être chargés.
- les charges réduites

Certains grands ponts ont pu être dimensionnés sous des charges réduites car la circulaire indique que la surcharge de 400kg/m² pouvait devenir excessive par rapport aux efforts dus aux poids roulants.

1.3.4 Les règles du 8 juillet 1877

(Révision des circulaires du 26 février 1858 et du 15 juin 1869 relatives aux épreuves des ponts métalliques)
Ces règles comme les précédentes visaient la police de roulage de 1852 et distinguaient :

- les charges réparties normales
- Les règles de 1877 ont réduit les charges réparties de chaussée et de trottoirs des règles de 1869 de 400 à 300 kg/m².

- les charges concentrées normales
- Les règles de 1877 ont reconduit les charges de 1869 mais en y cumulant les charges de trottoir.

- les charges réduites étaient applicables aux ponts des localités où ces poids étaient considérés comme exagérés
  - trottoirs : 200 kg/m²
  - chaussée : le tombereau ramené 11 à 6 tonnes et le fardier de 16 à 8 tonnes

1.3.5 Les règles du 29 août 1891

(révision de la circulaire de 1877 - nouvelles règles relatives aux épreuves des ponts métalliques)
Ces règles qui continuaient à viser la police de roulage de 1852 ont été utilisées pour le calcul des ponts métalliques comme les règles précédentes, mais aussi pour celui des premiers ponts en béton armé à la fin du 19ème siècle. C'est le premier document dans lequel figurent les croquis des convois attelés, les effets du vent, le taux de travail du matériau acier et les dispositions vis-à-vis du flambage des pièces métalliques. Elles distinguaient :

- les charges réparties normales
    * chaussée : 400 kg/m² sur toute la largeur de la chaussée ;
    * trottoirs : 400 kg/m².

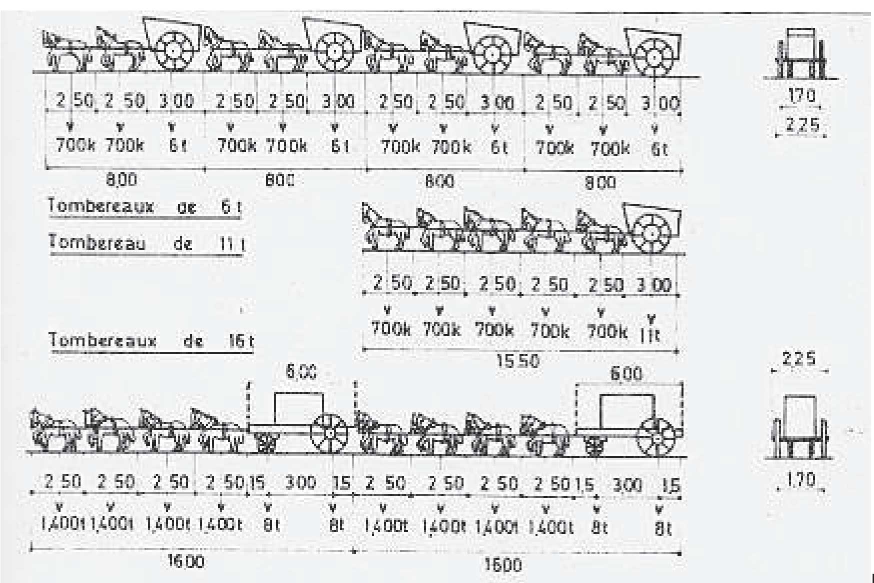
    Le pont devait être calculé sous la charge de chaussée combinée avec la charge de trottoirs.
    * les charges concentrées normales
    * Ces charges étaient appliquées sur des bandes de 2,25 mètres de largeur avec une distance entre les roues de 1,70 mètres. Le convoi-type de 1891 était différent de ceux de 1869 et 1877.
    * un convoi de tombereaux de 6 tonnes à 2 roues, chaque tombereau étant tracté par une file de 2 chevaux de 0,7 tonnes.
    * A ce convoi étaient associées les taux de travail des métaux développés plus loin.
    * les charges concentrées renforcées
    * Les charges concentrées étaient plus élevées mais il était autorisé un relèvement du taux de travail des métaux de 1 kg/mm².
    * un tombereau de 11 tonnes à 2 roues tiré par une file de 5 chevaux de 0,7 tonnes placé au milieu d'un convoi de tombereaux de 6 tonnes à 2 roues chaque tombereau étant tracté par une file de 2 chevaux de 0,7 tonnes ;
    * un convoi de fardiers de 16 tonnes à 4 roues, chaque fardier étant tracté par 4 couples de chevaux (8 chevaux de 0,7 tonnes chacun).

- les charges réduites

  Certains ouvrages ont pu être dimensionnés sous des charges réduites, c'était possible par exemple, pour les ponts situés sur des voies en forte pente où les lourds fardiers ne pouvaient accéder.
    * charges réparties : 300 kg/m² ;
    * charges concentrées : la moitié du convoi-type.

- les chargements exceptionnels

Le cas était évoqué mais sans donner de règles de calcul.



règles de charges de 1891

- le vent

La charge de vent était fixée à p= 270 kg/m² sans la présence de charges d'exploitation sur le pont.

Dans le cas des ponts à poutres multiples triangulées de surface totale A et de surface nette B, le vent était supposer n'intéresser que les deux premières poutres situées au vent :

* sur la poutre de rive W = p B,
* sur la seconde poutre p' = p (1- B/A) d'où W' = p' B' = p (1- B/A) B',

1.3.6 Les règles du 8 janvier 1915

(révision de l'arrêté réglementaire du 29 août 1891)
Ces règles ont été les premières à prendre en compte les convois routiers automobiles qui avaient commencé à remplacer les convois hippomobiles.
Remarques :
- c'est la seule des règles de charges française où les deux systèmes de charges réparties (type A) et concentrées (type B) ont été regroupés ;

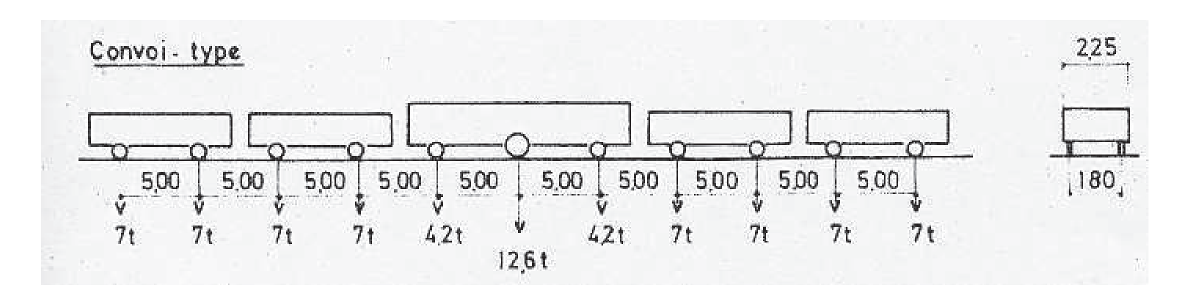
- *ces règles n'ont été appliquées qu'aux ponts métalliques. En effet, pour les ponts en béton armé, c'est l'annexe n°2 de la circulaire de 1927 qui a substitué aux règles de charges de 1891 les règles de charges de 1927.*

Ces règles distinguaient :

- les charges réparties et concentrées
  * chaussée : 560 kg/m² sur les bandes latérales < 1,125 mètres de largeur, les autres bandes de 2,25 m de largeur étaient chargées par les convois de véhicules de 14 et 21 tonnes ;
  * trottoirs : 560 kg/m² avec possibilité de d'augmenter la charge jusqu'à 750 kg/m² voire de la réduire ;
  * charges concentrées appliquées sur des voies de 2,25 mètres de largeur, avec une distance entre les roues de 1,80 mètres. Un véhicule de 21 tonnes à 3 essieux (4,2 t, 12,6 t et 4,2 t) au milieu d'un convoi de véhicules de 14 tonnes à 2 essieux de 7 tonnes chacun.

L'axe de la chaussée devait coïncider avec l'axe d'une bande de 2,25 m ou la limite séparative entre 2 bandes de 2,25m.

- les charges réduites et majorées
  * la charge répartie de chaussée pouvait être réduite ou augmentée comme la charge de trottoir sans descendre en dessous de 400 kg/m² (560/1,4 = 400) ;
  * les véhicules de 14 et 21 t pouvaient être réduits sans que la charge linéique ne tombe en dessous de 1 t/m. (un véhicule de 14 tonnes de 10 mètres de long est équivalent à une charge linéique de 14/10 = 1,4 t/m et 1,4/1,4 = 1t/m). Le poids des essieux devait être réduit proportionnellement au coefficient 1,4 (de 7 t à 5 t, de 12,6 t à 9 t et de 4,2 t à 3 t);
  * Dans la combinaison charges + vent, les charges pouvaient aussi être réduites par 1,4.



règles de charges de 1915

- le vent

La charge de vent était fixée à p= 250 kg/m² sans la présence de charges d'exploitation sur le pont.
Dans le cas des ponts à poutres multiples triangulées de surface totale A et de surface nette B, le vent était supposé intéresser toutes les poutres situées au vent contrairement aux règles de 1891 :

* sur la poutre de rive W = pB,
* sur la seconde poutre p' = p(1- B/A) d'où W' = p'B' = p(1- B/A)B',
* sur la troisième poutre p" = p'(1-B'/A') d'où W" = p(1-B/A)(1-B'/A')B" etc.

- la température

La variation thermique était fixée à ± 27°C ce qui entraîne une déformation relative $\frac{\delta l}{l} = 0{,}0003$ correspondant à un coefficient de dilatation thermique de $1{,}1x10^{-5}$.

- les chargements exceptionnels

Ces règles étaient aussi peu détaillées que les précédentes sur les calculs à effectuer.

- les épreuves des ponts

Ces règles ont introduit les épreuves sous charges roulantes en plus des essais sous les charges statiques.

1.3.7 Les règles du 10 mai 1927

(révision et modification des circulaires du 20 octobre 1906 et du 8 janvier 1915)
Ces règles sont accompagnées du rapport technique de la Commission chargée de sa rédaction. Dans ce rapport, la Commission :

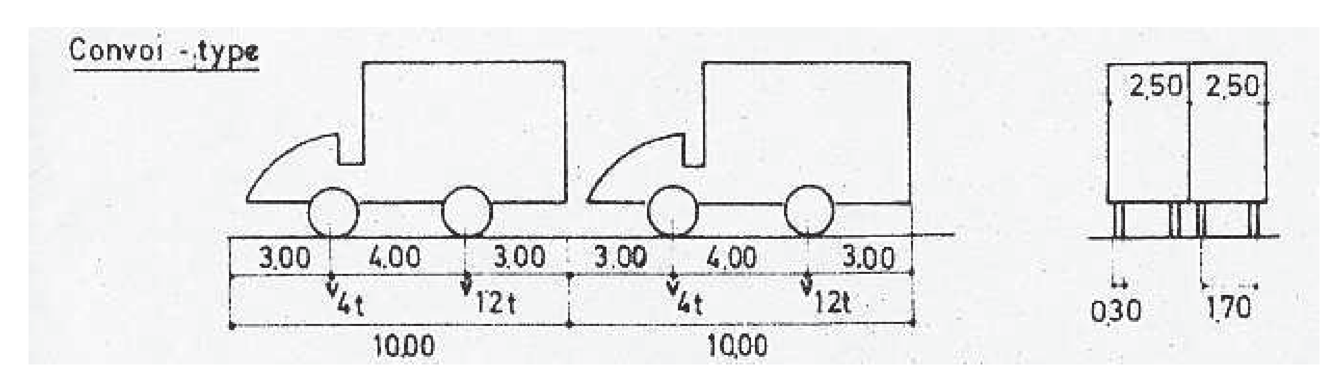
* s'interrogeait sur certains aspects discutables des travaux de la commission des règles de 1915 (le coefficient 0,6),
* explicitait l'état des connaissances à cette époque sur les phénomènes dynamique et de fatigue sous sollicitations alternées (il est à noter que les travaux de Woehler sur la fatigue y sont cités),
* justifiait la prise en compte du coefficient de majoration dynamique δ.

La partie programme de surcharges de ces règles conçues pour les ponts métalliques a été rendue applicable aux ponts en béton armé par l'annexe 2 du texte. Parmi ces surcharges, il y a lieu de distinguer :

- les charges réparties
  * charges de trottoirs : 400 kg/m2, elles devaient être prises en compte en même temps que les charges de chaussée. Leur intensité pouvait être réduite jusqu'à 300 kg/m2 ;
  * charges de chaussée : charge uniformément répartie (le système A) telle que p = (820 - 4 L) en kg/m^2 où L est la longueur chargée exprimée en mètres (si L<80 mètres). Au-delà de 80 mètres, la surcharge "p" était constante et égale à 500kg/m².

- les charges concentrées

des convois types formés de deux camions de 16 tonnes (le système B) ;



règles de 1927

La largeur des files de circulation a été portée de 2,25 m à 2,50 m, la largeur de l'essieu étant de 1,70 m et la largeur de la roue 0,30m. Plusieurs convois-types pouvaient circuler l'un à coté de l'autre et dans le même sens. Il y avait autant de convois types que la largeur de la chaussée le permettait. Le poids d'un camion pouvait être réduit sans toutefois être inférieur à 12 t.

- le vent

Les dispositions des règles de 1915 ont été conservées à savoir :

* la charge de vent était fixée à p = 250 kg/m² sans la présence de charges d'exploitation sur le pont.
* dans le cas des ponts à poutres multiples triangulées de surface totale A et de surface nette B, le vent était supposé intéresser toutes les poutres situées au vent :

- sur la poutre de rive W = pB,
- sur la seconde poutre p' = p(1- B/A) d'où W' = p'B' = p(1- B/A)B',
- sur la troisième poutre p" = p'(1-B'/A') d'où W" = p(1-B/A)(1-B'/A')B" etc.

- la température

Pour les ponts métalliques, la variation thermique était fixée à $\pm$27°C ce qui entraîne une déformation relative $\frac{\delta l}{l} = 0{,}0003$ correspondant à un coefficient de dilatation thermique de $1{,}1 \times 10^{-5}$.

- le coefficient de majoration dynamique applicable à une pièce de tablier, à une poutre ou à une travée était donné par la formule suivant :

$$\delta = 1 + \alpha + \beta = 1 + \frac{0{,}4}{1 + 0{,}2L} + \frac{0{,}6}{1 + \frac{4P}{S}}$$

Dans la formule :

- L est la longueur de la pièce de tablier, de la poutre ou de la travée exprimée en mètres,
- P est le total des charges permanentes qu'elle supporte y compris sont poids propre,
- S est le poids maximum des surcharges qu'elle peut être appelée à supporter.

Les règles de 1927 ont introduit une formule donnant des coefficients de majoration dynamique pour chaque pièce métallique et pour chaque type de charge (les charges concentrées et de trottoir d'une part et les charges réparties de chaussée et de trottoir d'autre part). **Il y avait donc un coefficient différent pour les hourdis, les longerons ou les entretoises !** La formule qui était utilisée est identique à celle qui figure dans les règles de charges actuelles (le titre II du fascicule 61 du CPC de 1971).

Remarque : *A partir de 1934 et pour les ponts en béton armé où tous ces éléments sont liés, le commentaire de l'article 3 de la circulaire de 1934 relative au calcul du béton armé a imposé de ne calculer qu'un seul coefficient de majoration dynamique pour les éléments du tablier en considérant les charges permanentes P et les surcharges S appliquées à un carré ayant pour côté la largeur du tablier. (se reporter à la page 459 de l'ouvrage de P. CHARON, relatif au calcul et à la vérification des ouvrages en béton armé. Éditions Eyrolles 1957).*

- les autres dispositions

Ces règles fixaient les conditions d'exécution des épreuves, évoquait les conditions de passage des convois exceptionnels sans donner de règles, les règles de calcul des ponts mixtes (ponts rail-route) et des ponts-canaux et précisaient que les dérogations relevaient du Ministre des travaux publics.

1.3.8 La circulaire du 29 août 1940

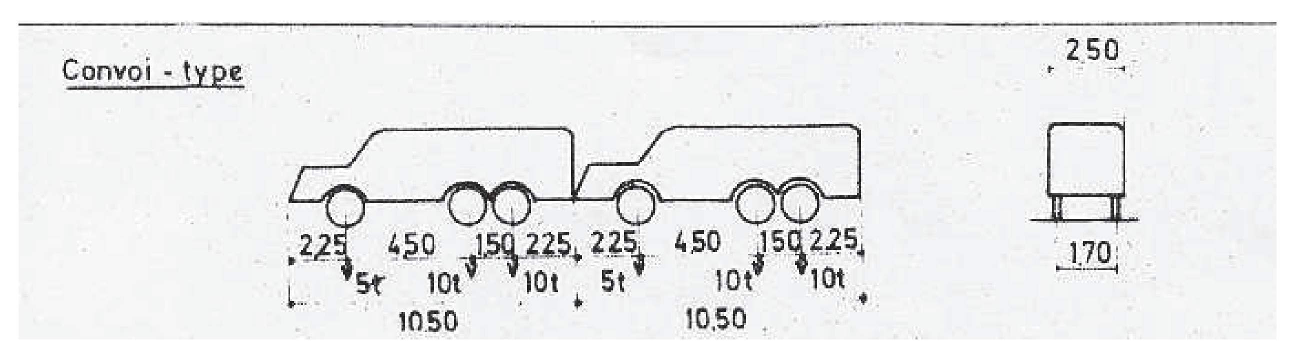
(modification de l'article n°33 de la circulaire du 10 mai 1927)
Cette circulaire a introduit une nouvelle charge répartie de type A et un nouveau convoi de type B constitué de camions de 25 tonnes à la place des camions de 16 tonnes.

- les charges réparties

* charges de trottoirs : 400 kg/m2, elles devaient être prises en compte en même temps que les charges de chaussée. Leur intensité pouvait être réduite jusqu'à 300 kg/m2 ;
* charges de chaussée : charge uniformément répartie (le système A) telle que p = (1200 - 8 L) en kg/m² où L est la longueur chargée exprimée en mètres (si L<87,5 mètres). Au delà de 87,5 mètres, la surcharge "p" était constante et égale à 500kg/m².

- les charges concentrées

* des convois types (système B) formés de deux camions de 25 tonnes.



règles de 1940

Les largeurs respectives des bandes de circulation, des essieux et des roues étaient les mêmes qu'en 1927. Les convois types étaient disposés de front sur autant de files que le permet la largeur de la chaussée. Le poids d'un camion pouvait être réduit sans toutefois être inférieur à 18 t.
Le principe du double coefficient de majoration dynamique était conservé.

1.3.9 La circulaire A-27 du 14 octobre 1944

(modifiant la circulaire de 1927)
Cette circulaire n'a modifié que les convois ferroviaires. Elle n'a donc eu aucune influence sur les ponts-routes.

1.3.10 La circulaire n°30 du 5 avril 1958

(introduisant les instructions relatives aux programmes de surcharges et aux épreuves des ponts-routes)
Ces nouvelles règles de charges ont été élaborées pour être communes à tous les ponts quels que fussent leurs matériaux constitutifs ou leur mode de construction. Elles introduisirent donc l'abrogation ou la modification de certains articles :

* des règles de calculs des ouvrages métalliques (circulaire série A n°3 du 10 mai 1927), des ouvrages en béton armé (circulaire série A n°8 du 19 juillet 1934) et des ouvrages en béton précontraint (circulaire n°141 du 26 octobre 1953) ;
* de la circulaire série A n°38 du 18 novembre 1942 sur les conditions techniques d'aménagement des routes nationales (garde-corps) ;
* des circulaires sur les conditions de circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art (circulaire série A n°27 du 11 février 1946, circulaire série B n°243 du 10 décembre 1946, circulaire série B n°110 du 6 juin 1947 et circulaire TP, SP 11 n°42 du 7 mars 1950.

- les charges sur les trottoirs

Elles étaient supposées appliquées en même temps que les charges de chaussée (si cela était plus défavorable pour l'effet recherché). Il fallait considérer soit des surcharges dites locales de 450 kg/m² pour la justification des éléments du tablier (dalles, longerons, entretoises...) soit des surcharges dites générales de 150 kg/m² pour la justification des poutres principales compatibles avec les charges des systèmes A et B.
Par ailleurs, si le trottoir et la chaussée n'étaient pas séparés par un obstacle infranchissable (une bordure de trottoir n'étant pas considérée comme telle), les surcharges locales comportaient une roue isolée de 3 tonnes (dont la surface d'impact était un carré de 20 cm de côté). Cette roue était disposée sur le trottoir de la façon la plus défavorable pour l'élément considéré et ses effets, contrairement aux autres charges de trottoir, n'étaient pas cumulables avec ceux des charges de chaussée.

une surcharge uniforme "a" était prévue pour la justification des poutres des ouvrages réservés à la circulation des piétons et des cycles fonction de la longueur "l" chargée :

$$a(l) = 200 + \frac{15000}{l + 50}$$

- les charges de chaussée réparties du système A

Elles ont été redéfinies pour intégrer la majoration dynamique contrairement aux règles de 1927 et 1940. l'intensité de la charge était donnée par la formule suivante :

$$p = 350 + \frac{320\,000\,000}{(L^3 + 60\,L^2 + 225000)} \quad \text{(en kg/m²)}$$

avec L la longueur chargée entre zéros des lignes d'influence et exprimée en mètres (c'est la première fois qu'il fut fait référence aux longueurs à charger). Dans le cas où la charge A(l) était inférieure à 500 kg/m², il fallait vérifier que l'application sur l'aire de chargement de 500 kg/m² ne provoquait pas dans les aciers de construction ou de béton armé de contrainte supérieure aux 2/3 de la limite élastique et dans le béton pour béton armé de contrainte supérieure à 40% de sa limite de rupture (aucune limite n'était fixée en béton précontraint).
Le nombre "n" de voies chargées était égal à la partie entière du quotient par 3 de la largeur de chaussée et la largeur "V" d'une voie était égale au quotient de la largeur de la chaussée par "n" (une chaussée de largeur comprise entre 5 mètres inclus et 6 mètres étaient supposer comporter deux voies de circulation).
Les surlargeurs dénommées bande de guidage n'avaient pas à être prises en compte et à recevoir la surcharge A (en 1962, une circulaire précisa que les bandes d'arrêt d'urgence n'avaient pas à être assimilées à des bandes de guidage).
Pour le calcul des fermes principales des ponts suspendus, en l'absence de ligne d'influence des efforts, les zones à charger recevaient 500 kg/m² de chaussée et 400 kg/m² de trottoir.

- les charges concentrées de chaussée les systèmes Bc, Be et Br

Les charges B devaient être pondérées par le coefficient de majoration dynamique. Pour le calcul des poutres principales, les camions du système B_c n'étaient pas supposés empiéter sur les bandes de guidage des chaussées d'autoroutes mais, pour le calcul des tabliers et celui des entretoises des ponts à poutres sous chaussées, les camions pouvaient circuler sur les bandes de guidage (ces dispositions avaient-elles pour but de faire quelques économies ?).
Dans l'application des surcharges B_e et B_r, les bandes de guidage d'une chaussée d'autoroute étaient considérées comme faisant partie de la chaussée.

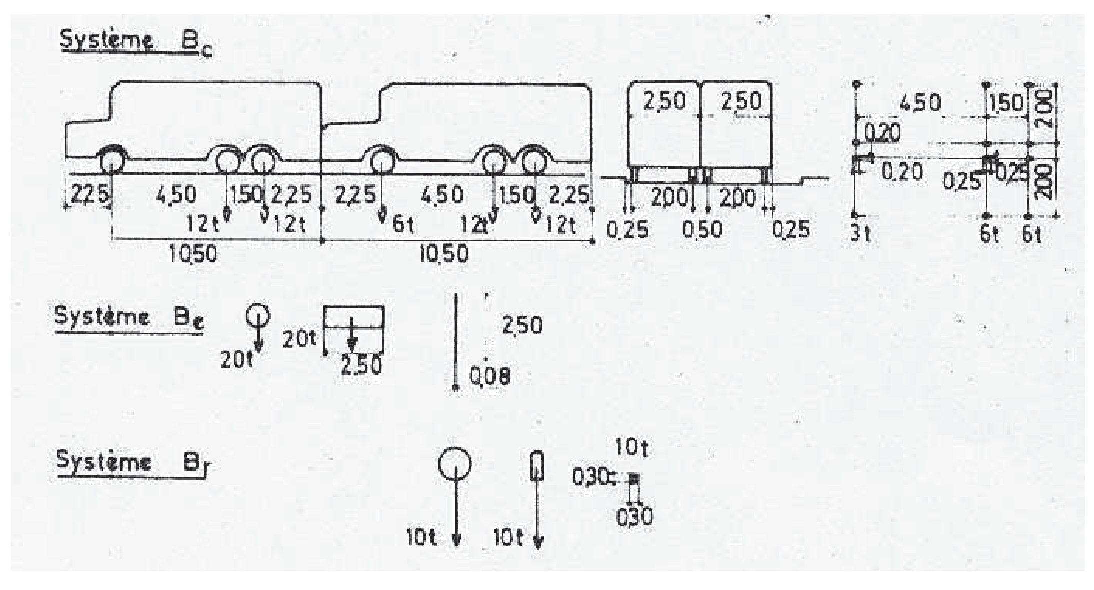
∗ Les convois-types B_c.

La largeur d'encombrement d'un camion valait 2,50 m, celle de l'essieu 2,00m et celle de la roue 0,30 m. On disposait sur la chaussée au plus autant de convois que la chaussée comportait de voies de circulation. L'axe de la roue d'un camion ne pouvait pas s'approcher à moins de 0,25 m de la bordure de trottoir. Dans le sens longitudinal le nombre de camions par convoi était limité à deux.

∗ L'essieu isolé Be

Il était assimilé à un rouleau (2,50 m x 0,08 m) d'un poids de 20 tonnes. Un seul essieu à la fois pouvait être placé n'importe où sur la chaussée.

∗ La roue isolée Br de 10 tonnes
∗ Son impact au sol était un carré de 30 cm de côté, placé n'importe où sur la chaussée.



règles de charges de 1958/1960

∗ Le coefficient de majoration dynamique

Il était calculé avec la même formule que les règles de 1927. Il était applicable aux trois systèmes B_c, B_e et B_r et était le même pour chaque élément de l'ouvrage et donné par la formule suivante :

$$\delta = 1 + \alpha + \beta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + \frac{4P}{S}}$$

- pour les fermes maîtresses, L était la portée de la travée, P le poids total de l'ouvrage dans cette travée et S le poids total le plus élevé des essieux du système B qu'il était possible de placer sur le tablier de cette travée en respectant les règles de positionnement des charges. Ce coefficient s'appliquait à tous les éléments des fermes maîtresses ainsi qu'à leurs entretoises de solidarisation ;
- pour le tablier d'un pont à poutres latérales dont la couverture est formée d'une dalle continue, L était la distance entre axes des appuis sur les poutres ou la portée de ces dernières si elle était inférieure à ladite distance, P le poids total d'une section de tablier de longueur L et de toute largeur tous éléments compris (chaussée, chape, trottoirs, couverture, longerons, pièces de pont...) et S le poids total le plus élevé des essieux du système B qu'il était possible de placer sur la longueur L du tablier en respectant les règles de positionnement des charges. Ce coefficient s'appliquait à tous les éléments structuraux du tablier, dalles élémentaires, longerons, pièces de pont ;
- pour la couverture du tablier d'un pont à poutres sous chaussée dont la couverture est formée d'une dalle continue, L était la distance entre plans moyens des poutres de rive ou la portée de ces dernières si elle était inférieure à ladite distance, P le poids total d'une section de couverture tablier de longueur L et comprise entre plans moyens des poutres de rive limitée à la seule dalle de couverture et aux éléments reposant sur elle (chaussée, chape, trottoirs...) et S le poids total le plus élevé des essieux du système B qu'il était possible de placer sur la longueur L en respectant les règles de positionnement des charges. Ce coefficient s'appliquait au calcul de toutes les dalles élémentaires.

 les efforts de freinage

La circulaire de 1958 a introduit pour la première fois des efforts de freinage :

* l'effort de freinage correspondant à la surcharge A était égal au 1/20 de celle-ci,
* chaque essieu du système Bc était supposer exercer un effort de freinage égal à son poids mais, un seul camion était supposer freiner (l'effort de freinage ne pouvait donc dépasser 30 tonnes). Ces efforts n'étaient susceptibles de majorations pour effet dynamique.

 les efforts centrifuges

La circulaire de 1958 a introduit pour la première fois des efforts centrifuges applicables uniquement au système B_c.

* la force centrifuge développée par un essieu de poids P valait $P\frac{R_b}{6R}$
* Avec R_b est le rayon normal de base des courbes du tracé de la section de route dans laquelle le pont est inclus et R le rayon du tracé de l'axe de la chaussée sur le pont ;
* coefficient de majoration du poids de la roue extérieure $\frac{R_b}{3R}$;
* coefficient de minoration du poids de la roue intérieure $\frac{R_b}{3R}$.

Les efforts horizontaux et verticaux qui résultent des forces centrifuges étaient susceptibles de majorations pour effets dynamiques.

 les charges de vent

Dans les cas courants la pression du vent était prise égale à 250 kg/m² supposée appliquée perpendiculairement à l'axe longitudinal du pont mais sans aucune autre surcharge de chaussée et de trottoir.

Dans les circonstances non courantes (vent oblique, piles hautes et élancées, grands ponts suspendus...), il y avait lieu de se reporter aux commentaires de l'article 9.

 les garde-corps

L'article 10 de la circulaire fixait à la fois les dispositions géométriques et les surcharges applicables aux garde-corps.

1.3.11 La circulaire n°65 du 19 août 1960

(relative à la révision du cahier des prescriptions communes (CPC))

Cette circulaire a repris, à deux détails prés, les règles de charges de 1958 sous l'appellation titre II du fascicule 61 du CPC (programme de surcharges et épreuves des ponts-routes du Cahier des Prescriptions Communes) et a introduit également de nouvelles règles de calcul des ponts métalliques sous l'appellation titre V du fascicule 61 du CPC pour remplacer les règles de 1927.
Les modifications des règles de charges de 1958 ont porté sur les points suivants :

- suppression du paragraphe e) de l'article 2 (Dans le cas où la charge A(l) est inférieure à 500 kg/m², il fallait vérifier que l'application sur l'aire de chargement de 500 kg/m² ne provoquait pas dans les aciers de construction ou de béton armé de contrainte supérieure aux 2/3 de la limite élastique et dans le béton pour béton armé de contrainte supérieure à 40% de sa limite de rupture) ;
- ajout d'un article 19 nouveau sur les épreuves entraînant la suppression du commentaire de l'article 16 relatif à la visite des ponts avant et après les essais.

1.3.12 La circulaire du 29 décembre 1971

(FASCICULE 61, TITRE II DU C.P.C.) RÉÉDITÉE EN 1981

Ces nouvelles règles ont introduit une modulation des charges en fonction de la largeur roulable (réduction de la densité de charge en fonction du nombre de voies chargées) ainsi que la division des ponts en 3 classes en fonction de leur importance.

Les valeurs des charges du système A fonction de la longueur "l" chargée ont été revues avec une forte hausse entre 0 et 13 mètres (A71>A60), une réduction entre 13 et 85 mètres (A71<A60) et une légère augmentation au-delà de 85 mètres (A71>A60).

L'essieu B_e a été supprimé et remplacé par le double essieu B_t de 16t couvrant les convois exceptionnels de 1ère et 2ème catégorie.

Enfin, ont été introduites, les charges militaires, les charges exceptionnelles, les charges de remblai et les séismes.

- Définitions. (articles 2 et 3)
  - la largeur roulable "lr" est la largeur comprise entre les dispositifs de retenue ou les bordures de trottoir ;
  - la largeur chargeable "lc" se déduit de la largeur roulable en enlevant une bande de 0,50m le long de chaque dispositif de retenue s'il existe ou en conservant cette largeur dans le cas contraire.
  - la classe d'un pont elle est fonction de la largeur roulable et de la destination du pont.

Classe du pont	1ère classe	2ème classe	3ème classe
pont supportant une chaussée de largeur roulable l_r	≥ 7 mètres ou pont supportant une bretelle d'accès à de telles chaussées ou pont désigné comme tel	$5{,}50\text{ m} < l_r < 7{,}00\text{ m}$	$l_r \leq 5{,}50\text{ m}$

  - Le nombre de voies de circulation "n" est égal à la part entière du quotient par 3 de la largeur chargeable exprimée en mètres (les chaussées dont la largeur chargeable est comprise entre 5 m et 6 m sont supposer porter 2 voies de circulation).
  - La largeur d'une voie "V" est égale au quotient de la largeur chargeable par le nombre n des voies (V = lr/n).

- les charges sur les trottoirs (article 11). Il y a plusieurs types de charges :
  - les charges locales réparties (p = 450 kg/m2) cumulables avec les charges du système B ou les charges militaires,
  - les charges générales (p = 150 kg/m2) cumulables avec les charges de chaussée des systèmes A ou B.
  - la roue isolée de 6 tonnes (sur un carré de 25 cm de côté) non cumulable avec les autres charges et à considérer dans les combinaisons de charges à l'état-limite ultime,
  - enfin, les ouvrages réservés à la circulation des piétons reçoivent une charge uniforme "a" fonction de la longueur chargée l donnée en kilogrammes par mètre carré par la formule :

$$a(l) = 200 + \frac{15000}{l + 50}$$

- les charges réparties de chaussée, le système A (article 4)

Elles sont définies par une nouvelle formule :

$$A_1 = 230 + \frac{36\,000}{(L + 12)} \text{ (en kg/m}^2\text{)}$$

où L est la longueur chargée, exprimée en mètres avec L $\leq$ 200m. La majoration dynamique est prise en compte dans cette formule.

Des coefficients "a_1" et "a_2" viennent pondérer la charge répartie en fonction du nombre de voies chargées et de la classe du pont.
Le coefficient a1 est un coefficient de dégressivité transversale qui permet de moduler la charge d'exploitation en fonction de la largeur roulable.

Coefficients a_1						
Nombre de voies chargées		**1**	**2**	**3**	**4**	**$\geq$ 5**
Classe du pont	**Première**	1	1	0,9	0,75	0,7
	Deuxième	1	0,9			
	Troisième	0,9	0,8			

Lorsque la valeur de la charge répartie trouvée après application du coefficient a_1 ($A_1 = a_1$ Al) est inférieure à (400-0,2l) kg/m², dans ce cas A_1 = (400-0,2l). Ensuite, la charge A1 est à multiplier par $a_2 = \frac{v_0}{v}$ avec v la largeur d'une voie et v_o ayant les valeurs suivantes données par le tableau suivant.

Classe du pont	V_o en mètres
Première	3,50
Deuxième	3,00
Troisième	2,75

Le coefficient a_2 fait que pour une classe de pont fixée et un nombre de voies donné, la charge linéique par voie sera la même quelle que soit la largeur des voies.

Remarques :

Certains profils en travers autoroutiers par exemple, l_r = 9,75m auquel correspond une largeur chargeable l_c = 8,75m ont été retenus pour faire des économies. En effet, un tel profil ne porte que 2 voies chargées avec les règles de 1971 contre 3 avec celui de 1960.
Ces économies se sont révélées pernicieuses sur certaines autoroutes. En effet, des campagnes de mesures des charges réelles ont monté que celles-ci pouvaient dépasser assez nettement les charges de calcul. Les règles avaient pourtant prévu dans leur article 28 la possibilité de déroger et d'appliquer des charges majorées pour les ponts susceptibles de supporter une circulation exceptionnellement lourde. Cette dérogation ne semble ne jamais avoir été mise en application sur les autoroutes concernées faute d'études poussées de prévision du trafic lourd.

L'Eurocode 1-2 comporte la possibilité de moduler les charges en fonction de l'itinéraire. Il y aura lieu lors de sa mise en application de ne pas tomber dans le travers des règles de 1971.

- les charges concentrées (article 5)

Il y 3 sortes de charges B qui doivent être pondérées par le coefficient de majoration dynamique (voir l'article 5 des règles).

- le coefficient de majoration dynamique

$$\delta = 1 + \alpha + \beta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + \frac{4G}{S}}$$

L est la longueur de l'élément en mètres,
G est sa charge permanente,
S est obtenue en pondérant la charge correspondant au nombre maximal de camions pris en compte dans le calcul de δ par le coefficient b_c ou le coefficient b_t.

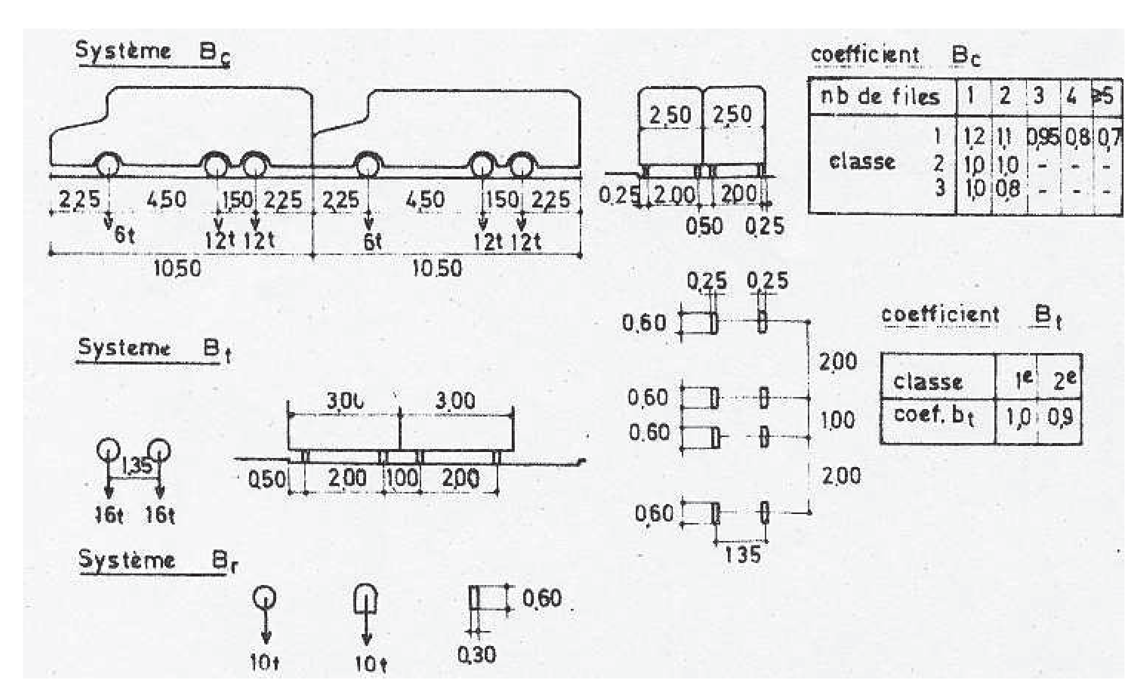
* le coefficient de majoration dynamique applicable aux poutres et entretoises de solidarisation d'une travée d'un pont est calculé comme en 1958/1960 avec L = la portée de la travée, G = le poids total de

l'ouvrage dans cette travée et S = le poids total des essieux du système B (B_c ou B_t) qu'il est possible de placer sur le tablier de cette travée.

* de la même façon, pour le tablier d'un pont à poutres latérales dont la couverture est formée d'une dalle continue, le coefficient de majoration dynamique est calculé comme en 1958/1960. L est la distance entre axes des appuis sur les poutres ou la portée de ces dernières si elle était inférieure à ladite distance, P le poids total d'une section de tablier de longueur L et de toute largeur tous éléments compris (chaussée, chape, trottoirs, couverture, longerons, pièces de pont...) et S le poids total le plus élevé des essieux du système B qu'il est possible de placer sur la longueur L du tablier en respectant les règles de positionnement des charges. Ce coefficient s'applique à tous les éléments structuraux du tablier, dalles élémentaires, longerons, pièces de pont ;

* le coefficient de majoration dynamique applicable à la dalle de couverture d'un pont à poutres multiples sous chaussée est calculé avec L = la largeur roulable ou la portée des poutres si celle-ci est inférieure à la valeur précédente (il est possible de remplacer la largeur roulable par la distance entre plans moyens des poutres de rive lorsque cette valeur est supérieure à la largeur roulable. On retrouve alors les règles 1958/1960 avec G = le poids total d'une section de couverture de longueur L et de toute largeur et S le poids total des essieux du système B qu'il est possible de placer sur la longueur L.

A noter que :
pour les ponts de troisième classe, la valeur du coefficient δ est limitée à 1,4 ;
pour le calcul des appuis des poutres maîtresses, les charges B ne sont pas frappées de majoration dynamique.



règles de charges de 1971

* Les convois de type Bc qui sont inchangés par rapport à 1960. Par contre, un coefficient bc vient pondérer la charge due à Bc (bc dépend de la classe du pont et du nombre de voies chargées).
* Sont disposés sur la chaussée au plus autant de convois que la chaussée comporte de voies de circulation.
* Le tandem Bt, constitué de deux essieux de 16 t espacés de 1,35 m, remplace l'essieu isolé Be. Ce tandem n'est pas applicable aux ponts de 3ème classe.
* Pour les ponts à une voie, un seul tandem est disposé sur la chaussée; pour les ponts supportant au moins deux voies, deux tandems au plus sont disposés de front.
* Un coefficient bt, de rôle analogue à celui concernant Bc, pondère la charge Bt.
* La roue isolée Br de 10 tonnes voit son empreinte au sol s'agrandir : 30 cm x 60 cm (la roue progresse perpendiculairement à sa grande largeur).

Coefficient b_c						
Nombre de files		1	2	3	4	≥ 5
Classe du pont	Première	1,20	1,10	0,95	0,80	0,70
	Deuxième	1,00	1,00			
	Troisième	1,00	0,80			

Classe du pont	Première	Deuxième
Coefficient b_t	1,0	0,9

- les efforts de freinage (article 6)

L'effort de freinage dû à la charge A est différent de celui de 1958/1960, il est égal à la fraction suivante du poids de cette dernière :

$$\frac{1}{20+0{,}0035S}$$ avec S la surface chargée

L'effort de freinage dû à la charge B_c est identique à celui de 1958/1960 et se trouve limité comme précédemment à 30 tonnes.
L'effort de freinage dû à B_c ne doit pas être majoré dynamiquement et le coefficient b_c n'est pas applicable.

- les forces centrifuges (article 7)

Comme en 1958/1960, les forces centrifuges s'appliquent uniquement au système B_c mais les formules ont été modifiées. sur un tablier dont le rayon de courbure de l'axe de la chaussée est égal à R, la force centrifuge développée par un essieu de poids P vaut respectivement :

$P\frac{R+150}{6R+350}$ si $R \leq 400$ mètres $\qquad P\frac{80}{R}$ si $R > 400$mètres

La roue extérieure de l'essieu voit son poids majoré par les même fractions et la roue intérieure voit son poids minoré dans les mêmes conditions.

Les efforts horizontaux et verticaux qui résultent des forces centrifuges sont susceptibles de majorations pour effets dynamiques mais ne se cumulent pas avec les efforts de freinage.
Contrairement aux dispositions de1958/1960, les effets des forces centrifuges sont à cumuler avec les effets résultant soit de la surcharge B_c soit de la surcharge A mais en respectant certaines conditions.

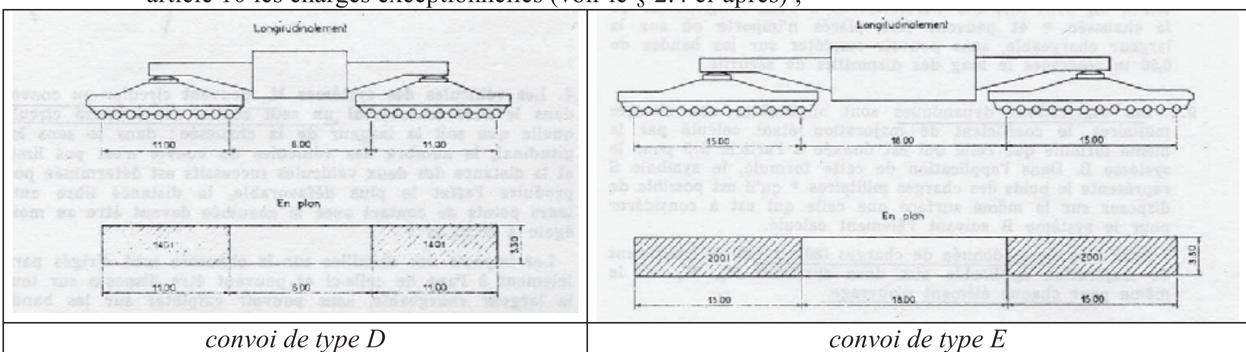
- les charges sur les remblais (article 8)

Ces règles ont introduit pour la première fois une charge sur les remblais de 1 t/m².

***Attention :** cette charge également applicable aux murs de soutènement ne couvre pas les effets résultant du passage d'engins lourds de terrassement ou de compactage.*

Pour les éléments de faible dimension comme les murs garde-grève, les effets locaux des charges B_t ou B_r sont à prendre en compte mais sans majoration pour effets dynamiques.
Dans certains cas, il y a lieu d'examiner si les forces centrifuges n'exercent pas des efforts de poussée du même ordre de grandeur que ceux dus au remblai.

- les charges militaires et exceptionnelles :
    - ∗ article 9 les charges militaires (voir le § 2.3 ci-après) ;
    - ∗ article 10 les charges exceptionnelles (voir le § 2.4 ci-après) ;



convoi de type D	convoi de type E

- les charges du vent (article 14)

Dans les circonstances courantes, la valeur de la pression du vent a été réduite à 2000N/m² (en 1958/1960, la pression était fixée à 250 kg/m²) mais, par le jeux des coefficients de pondération des actions dans les combinaisons d'actions vis-à-vis des états-limites des règles de calcul (béton armé, béton précontraint...) le niveau de sécurité n'a pas été affecté.
Les règles fixent aussi les effets du vent sur des piles hautes et minces et également sur les ponts en phase de construction.
Dans les circonstances non courantes (grands ponts à fréquences d'oscillation lente comme les ponts suspendus), les règles renvoient à des études particulières.

- les charges sismiques (article 15)

Les règles imposent dans les zones sujettes aux séismes de calculer les ponts pour résister aux charges sismiques qui sont à considérer comme des charges accidentelles mais, elles ne fournissent aucune méthode de calcul.

- les garde-corps et les dispositifs de sécurité (articles 16 à 19)

Toutes les dispositions concernant les garde-corps et les dispositifs de retenue ont depuis 1971 été normalisées. Les articles correspondants des règles de charge sont donc devenus obsolètes.

Remarques : *pour obtenir davantage d'informations sur le titre II du fascicule 61 du CPC, il faut se reporter au guide du Service d'Études Technique des Routes et Autoroutes appelé SURCH 71 de juin 1972. Ce document explicite les raisons qui ont motivé ces nouvelles règles de charges. De plus, il compare les effets des charges civiles de 1960 et de 1971 et les effets des charges militaires de 1946 et de 1971. Il évalue également les effets des convois exceptionnels, etc.*

Ces règles de charges actuelles présentent un certain nombre d'insuffisances pour le calcul des certaines structures ou de certaines actions. Des insuffisances ont pu être comblées par des guides (Prise en compte des phénomènes de fatigue dans les ponts métalliques soudés), d'autres par l'Eurocode 1, d'autres restent du domaine des études spécifiques. Il y a lieu de citer :
- les passerelles piétons pour lesquelles il manque des dispositions en matière de stabilité transversale et de vibrations (il s'agit des problèmes posés par les passerelles de Solférino à Paris en décembre 1999 mais également du Millenium à Londres en juin 2000) ;
- les effets du vent sur les grands ponts à haubans ou suspendus voire certaines passerelles piétons ;
- les effets des séismes ;
- les réactions horizontales des appareils d’appui à pot ;
- enfin l'absence d'indications sur la prise en compte des actions qui se développent pendant les phases de construction de certains types de ponts (ponts poussés et ponts construits par encorbellements successifs par exemple...).

Les différences entre les règles du titre II du fascicule 61 du CPC de 1971 et celles rééditées en 1981 portent sur les seuls deux points suivants :
- l’arrêté ministériel du 8 décembre 1980 remplaça le chapitre IV relatif aux garde-corps et dispositifs de retenue des règles de 1971 par un nouveau chapitre IV ;
- la circulaire N° 80-70 du 23 mai 1980 remplaça les règles du paragraphe III de la circulaire N° 71-155 du 29 décembre 1971 par l’annexe E du BAEL pour ce qui concerne les chocs des bateaux.

1.3.13 Les transports combinés

Les transports combinés ne rentrent pas dans le cadre de la réglementation sur les transports exceptionnels et sont encadrés par le Code de la Route.

1.3.13.1 transports combinés rail/route – voie navigable/route

La directive européenne 96/53/CE du 25 juillet 1996 fixe à 44 tonnes le poids maximal autorisé pour les véhicules à moteur à 3 essieux avec semi-remorque à 2 ou 3 essieux transportant, en transport combiné, un conteneur de 40 pieds.
Cette disposition a été transposée en droit national à l'article R312.4 du code de la route de la façon suivante : *"le poids total roulant autorisé d'un véhicule articulé, d'un train double ou d'un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque comportant plus de quatre essieux, utilisé pour effectuer des transports combinés peut dépasser 40 tonnes sans excéder 44 tonnes".*

Les conditions d'application de cet article du code de la route sont définies par l'arrêté du 27 décembre 1972 modifié en dernier lieu le 9 octobre 1986. Il résulte de ces textes que l'article 312.4.III ne concernait que les transports combinés route/voie navigable et rail/route.

1.3.13.2 transports combinés port maritime/route

Suite au décret du 7 janvier 2004, un nouvel article relatif au transport combiné port maritime/route R312-4-III-bis a été ajouté au code de la route. Cet article étend les dispositions de l'article R312-4-III (44 tonnes) dans un périmètre de 100 km au camions *"assurant exclusivement l'acheminement vers ce port ou à partir de celui-ci de marchandises transportées par voie maritime"*.

Le nouveau texte n'est donc qu'un assouplissement du domaine d'application d'un article existant du code de la route.

1.4 LES CHARGES MILITAIRES

1.4.1 La circulaire du 1er juin 1920 "voirie routière, section technique"

Cette circulaire introduisit quatre classes de convois militaires pouvant circuler sur certains itinéraires et franchir les ponts.
Elle prévoyait que les convois les plus lourds, les convois des classes 3 et 4, devaient circuler par unités isolées espacées de 50 mètres sans autre circulation concomitante et dans l'axe des ponts. De plus, "les taux de fatigue" (les contraintes admissibles), du béton armé et du métal pouvaient être majorées de 20%.

1.4.2 La circulaire du 5 mars 1939

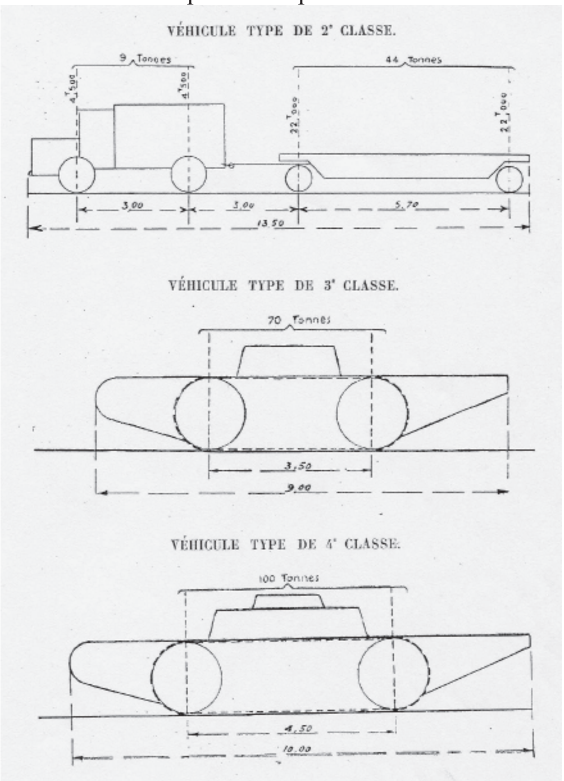
Cette circulaire a eu pour but de rappeler les termes de la circulaire de 1920 en y ajoutant la prise en compte de l'effet dynamique introduit par la circulaire A3 du 10 mai 1927 relative aux règles de charges et au calcul des ponts métalliques.

1.4.3 La nouvelle circulaire A n°27 du 11 février 1946

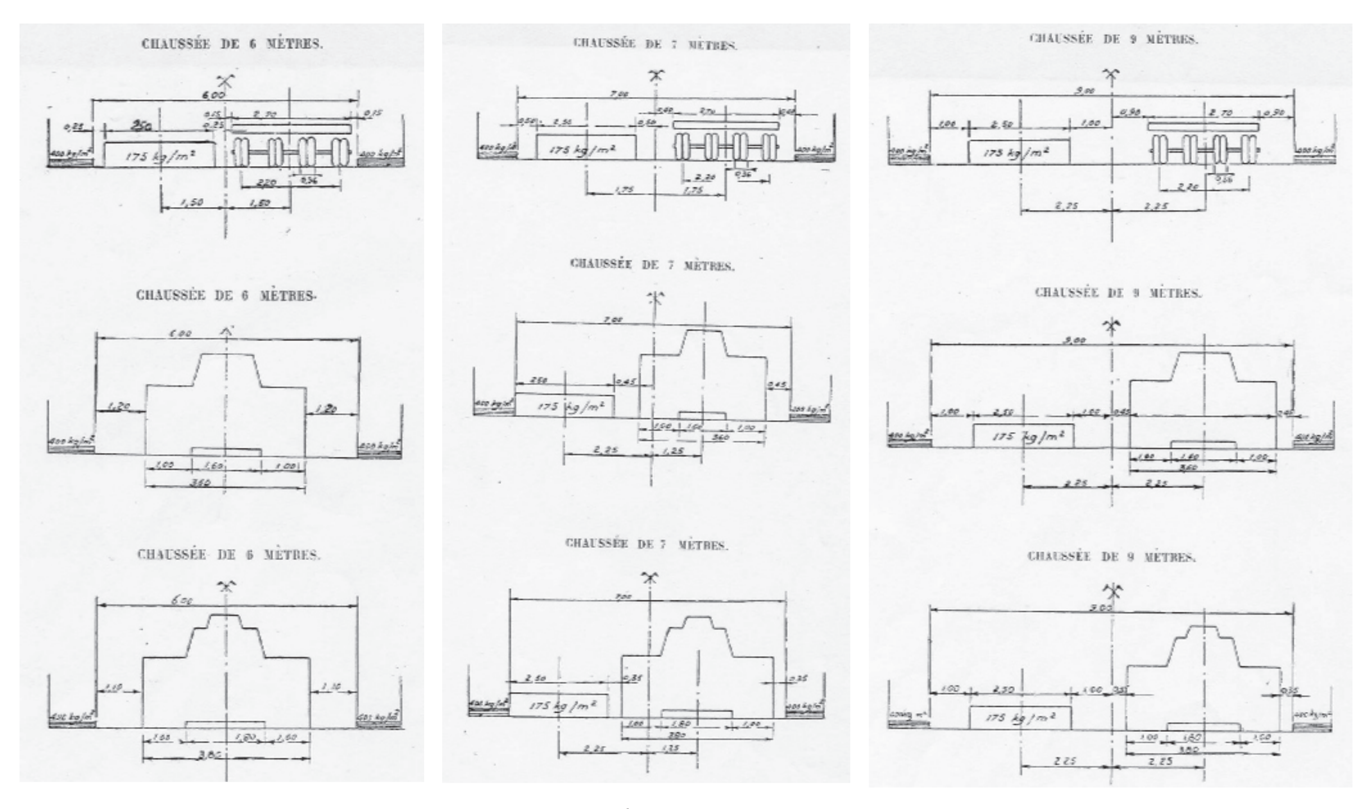
Cette circulaire introduisit des véhicules-types nouveaux et des véhicules-types spéciaux :
- le véhicule type de 2ème classe qui correspond à l'ex convoi-type n°3 composé d'un tracteur à 2 essieux de 4,5 tonnes et d'une remorque de 44 tonnes à deux essieux de 22 tonnes espacés de 5,70 m ;
- le véhicule-type de 3ème classe constitué par un engin chenillé de 70 tonnes ;
- le véhicule-type de 4ème classe constitué par un engin chenillé de 100tonnes.

Elle prévoyait, de plus, les dispositions suivantes au passage des ponts :

- pas de croisement de convois de même classe ou de classes distinctes ;
- chargement des trottoirs à 400 kg/m² ;
- circulation du convoi dans l'axe du pont ou circulation excentrée pour permettre le doublement ou le croisement d'une colonne légère de 2,50m de large pesant 175 kg/m² ;
- prise en compte du coefficient de majoration dynamique de 1927 ;
- majoration de 20% des contraintes limites pour un espacement normal des convois (20 m pour celui de 2ème classe, 40m pour celui de 3ème classe et de 60m pour celui de 4ème classe) et de 33% pour les convois de 3ème et 4ème classe pour un espacement réduit à 20m.



convois militaires des 2ème, 3ème et 4ème classes de 1946



positions des convois

1.4.4 La circulaire B-243 du 10 décembre 1946

Cette circulaire rappela que le passage des convois militaires de 3ème et 4ème classe devait s'effectuer sur les itinéraires ad hoc et que les convois de 2ème classe ne devaient circuler que sur les ouvrages dépendant des routes nationales !

1.4.5 La circulaire série B n°110 du 6 juin 1947

Cette circulaire modifia la précédente en autorisant le passages des convois de 2ème classe sur les ponts départementaux ou vicinaux établis avec une chaussée d'au moins 5 mètres de largeur pour le passage du convoi-type (civil) de la circulaire du 29 août 1940.
Elle fut complétée par la circulaire TP, SP n°42 du 7 mars 1950 qui imposa le recalcul voire le renforcement des ponts sur voirie nationale présentant une chaussée de plus de 5 mètres de largeur et calculés sous les charges civiles de la circulaire du 29 août 1940. Cette circulaire s'imposa également aux ponts des voiries départementales et communales à reconstruire aux frais de l'état.

1.4.6 Loi n°55-435 du 18 avril 1955 portant statut des autoroutes et décret 56-1425 du 27 décembre 1956

Ces deux textes ont permis sur les autoroutes la circulation des convois militaires motorisés sur autorisation spéciale donnée par le secrétaire d'état aux Travaux Public et aux transports.
Par exemple, le décret du 21 mars 1957 d'approbation de la convention entre l'État et la Société d'Autoroute Esterel-Côte d'Azur imposait le passage du convoi militaire de 4ème classe.

Depuis cette date, normalement, tous les ponts autoroutiers ont dû être dimensionnés pour permettre le passage du convoi militaire de 4ème classe puis, ultérieurement à partir de 1971, le convoi CM 120 Ces convois sont frappés d'un coefficient de majoration dynamique.

1.4.7 La circulaire n°30 du 5 avril 1958

Cette circulaire a apporté quelques modifications à la circulaire A n°27. En particulier, ont été supprimés :
- le convoi militaire de 2ème classe dont les effets étaient couverts par ceux des charges civiles A et B ;
- les circulaires de la série B n°110 et TP, SP n°42 visées plus avant.

1.4.8 La circulaire n°65 du 12 août 1960

Cette circulaire a apporté d'autres modifications à la circulaire A n°27. En particulier, elle a abrogé les circulaires du 1er juin 1920 et du 5 mai 1939. De plus, le § 4 relatif aux hypothèses de calcul a été supprimé et remplacé par les dispositions suivantes :

- le coefficient de majoration dynamique devait être celui défini pour le système de charges B (dans la formule S représente le poids des charges militaires) ;
- les majorations de 20% et 33% pour les ponts ou parties de ponts en béton armé ou en béton précontraint étaient conservées ;
- la majoration des contraintes admissibles pour les ponts ou parties de ponts métalliques était supprimée ;
- pour le calcul des dalles de couverture des ponts, les véhicules-types devaient être placés dans la position la plus défavorable sans préjuger des règles de circulation visées par le §3 de la circulaire de 1946.

1.4.9 La décision de la Direction des Routes des 8 et 10 décembre 1962

Cette décision précisait que le convoi militaire de 4ème classe ne pouvait circuler sur la bande de guidage (BdG) et la bande d'arrêt d'urgence (BAU) pour le calcul des éléments porteurs principaux mais, que pour le calcul des autres éléments, le convoi devait être placé dans la position la plus défavorable y compris sur la BdG et la BAU.

R*emarque :*
Cette disposition destinée à faire quelques économies (?) ne permet pas de nos jours l'élargissement de la chaussée d'un pont en y incorporant la bande d'arrêt d'urgence sans un renforcement de la structure qui peut être complexe et coûteux.

Il faut noter que le CPS type (Cahier des Prescriptions Spéciales) du Service d'Études Technique des Routes et Autoroutes daté de 1969 était plus restrictif que la circulaire n°65. Il dérogeait au paragraphe 4 "des instructions relatives aux conditions de circulation des matériels militaires lourds sur les ouvrages d'art" au niveau des hypothèses de calcul (combinaisons d'actions, contraintes limites du béton et des aciers...) en imposant les dispositions suivantes :

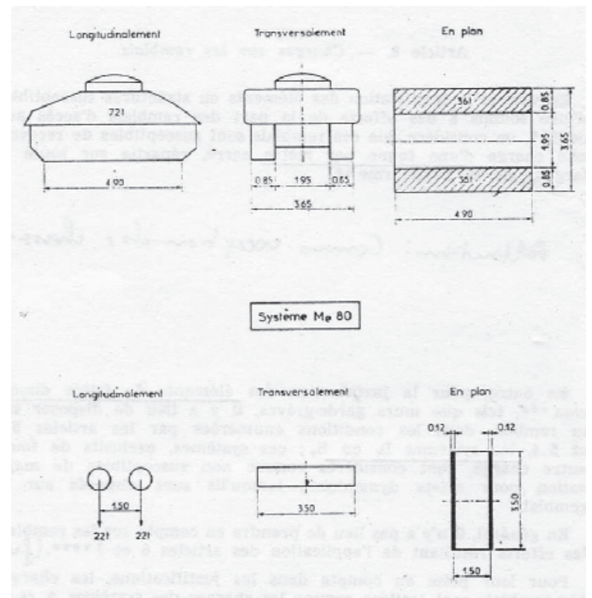
- la position des charges militaires devait être conforme à la décision des 8 et 10 décembre 1962 ;
- la valeur du coefficient de majoration dynamique calculée pour l'espacement normal entre convois devait être conservée si l'espacement était réduit à 20 mètres ;
- en béton armé (titre VI du fascicule 61 du CPC) :
  - ∗ les surcharges militaires ne devaient pas être pondérées par 1,2 dans les sollicitations totales pondérées du 1er genre ;
  - ∗ les sollicitations du 2ème genre ne devaient pas être appliquées ;
  - ∗ les contraintes limites ne devaient pas être majorées sauf si l'espacement entre convois était réduit à 20 mètres. Dans ce cas, le coefficient de majoration était pris égal à 1,10.
- en béton précontraint (Instruction Provisoire du 12 août 1965) :
  - ∗ le domaine de sécurité du béton (0,42 σ_{28}) devait être majoré par 1,10 pour l'espacement normal et 1,20 pour l'espacement réduit ;
  - ∗ les axes des armatures de précontraintes devaient demeurer dans les zones comprimées, mais des armatures de béton armé étaient à disposer pour limiter la fissuration. Leur taux de travail était limité à 2/3 σ_{en} pour l'espacement normal et à ¾ σ_{en} pour l'espacement réduit ;
  - ∗ le coefficient ρ'_a limitant la contrainte des armatures d'effort tranchant ($\sigma_{at} = \rho'_a \sigma'_{en}$) suivant que la section ne comportait pas ou comportait une reprise de bétonnage devait être pris égal à :

$$\rho'_a = 1 - \frac{m}{3}\left(\frac{\tau_b}{\bar{\tau}_b}\right)^2 \quad ou \quad 1 - \frac{m}{3}$$

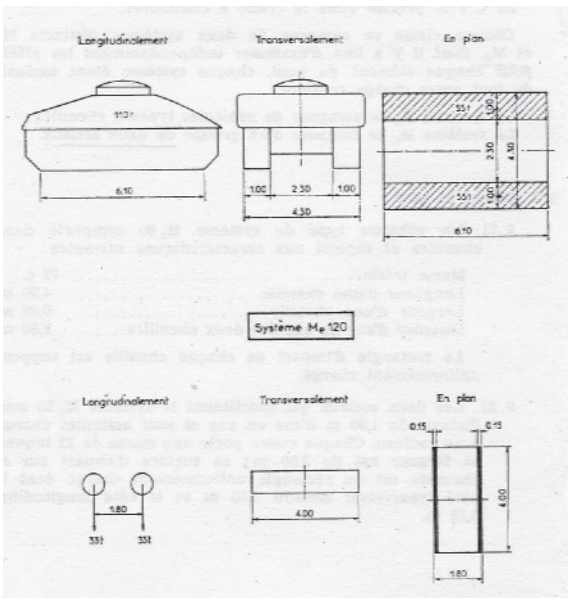
  - ∗ la contrainte principale des poutres dont l'âme était précontrainte par des étriers actifs suivant que l'espacement des convois était normal ou réduit ne devait pas dépasser 1,10 σ_{28} ou 1,20 σ_{28} ;
  - ∗ la vérification de la sécurité vis-à-vis de la rupture (pondération par 1,8 de la charge d'exploitation) n'avait pas a être appliquée ;
  - ∗ dans le calcul des dalles la fissuration du béton était admise si l'axe de l'armature de précontrainte restait dans la zone comprimée. La contrainte de compression du béton étant limitée à 1,1x0,42 σ_{28}.

1.4.10 Les nouvelles règles de charges annexées aux circulaires 71-155 et 71-156 des 29 et 30 décembre 1971 connu sous l'appellation titre II du fascicule 61 du CPC

Ces nouvelles règles ont introduit les nouveaux convois militaires CM 80 et CM 120. D'après les tests effectués lors de l'élaboration du document SURCH 71 déjà cité, les sollicitations développées par ces nouveaux convois étaient assez voisines de celles dues aux convois de 3ème et 4ème classe de 1946. Les différences ne dépassaient pas 5% dans un sens ou dans un autre.
Le seul dépassement relativement important, environ 10%, concernait les moments de continuité dans les dalles de couverture au droit des entretoises.



système Mc 80



système Mc 120

Les règles de prise en compte des convois exceptionnels militaires ont évolué avec la parution des règles de calcul aux états-limites des années 80. Pour les ponts métalliques et mixtes, ces modifications se sont appliquées en partie à partir de 1960 et en totalité à partir de 1973 :

- Majoration de l'action variable de base (le CM 80 ou le CM 120) :
  par γ_{rp} = 1.35 vis-à-vis des ELU ;
  par γ_{rp} = 1 vis-à-vis des ELS ;

- Suppression des majorations des contraintes limites des matériaux qui deviennent identiques à celles applicables aux charges civiles.

Il y a lieu de s'assurer dans les notes de calculs que les effets thermiques (variations de température et gradients thermiques) ont été pris en compte pour les ponts en béton précontraint conçus avec le BPEL83 se reporter à l'annexe 2.1,2 et au guide d'emploi des règles BPEL 83 du Sétra.
Le tableau ci-après résume les différentes règles de calcul.

Périodes	Dates charnières	Combinaisons d'actions	Contraintes limites	Observations
Des contraintes admissibles		$G + Q_{rp} + Q_i$ Avec : G charges permanentes, Q_{rp} charges militaires, Q_i charges d'accompagnement.	Majoration de 20%, voire de 33%. Mais plus de majoration pour les ponts en métal à partir 1960.	À partir de 1939, coefficient δ de majoration dynamique. Majoration de 33% des contraintes limites à partir de 1946. Dérogations du CPS-type du Sétra [2].
Des états-limites	BA 1980/83 BP 1983 CM 1960 et 1973 Mixte 1973	ELS $Gmax + Gmin + \gamma_{Qrp} Q_{rp} + \sum \psi_{oi} Qi$ ELU $1{,}35Gmax + Gmin + \gamma_{Qrp} Q_{rp} + \sum 1.3\psi_{oi} Q_i$	Aux ELS et ELU, $\gamma_{Qrp} = 1$ Pas de majoration des contraintes limites.	S'assurer de la prise en compte des effets thermiques dans les ponts calculés avec le BPEL 83.

1.4.11 Les conditions de circulation des convois militaires

L'article 229 du code de la route renvoie à l'arrêté du 13 avril 1961 qui fixe les conditions particulières de circulation des convois militaires. Les déplacements des convois militaires dont les caractéristiques sont hors code sont cependant à fixer par référence aux circulaires sur les convois exceptionnels développées ci-après.

[2] Ces dérogations étant conservatrices, (réduction de la majoration applicables aux contraintes limites, mise en place d'armatures de béton armé pour reprendre les efforts de traction...), une certaine réserve de force portante peut donc être prise en compte lors des recalcul des ponts de cette génération s'ils sont en bon état.

1.5 LES CHARGES EXCEPTIONNELLES

1.5.1 Le décret du 10 août 1852

Dans son article 4, ce décret évoque l'autorisation par les ingénieurs ou les agents voyers de l'emploi d'un attelage exceptionnel pour le transport de blocs de pierres, de locomotives etc. Cependant les conditions techniques à respecter ne figuraient pas dans le décret. Cette absence de règles perdura jusqu'au décret de1954 !

1.5.2 Le décret 54-724 du 10 juillet 1954

Ce décret, relatif au document général sur la police de la circulation routière, fut le premier document qui dans son paragraphe 14 ait traité des convois exceptionnels c'est à dire des convois ne respectant les articles suivants du code de la route en vigueur à cette époque :

- R 55 poids total en charge 2 essieux 19 t, 3 essieux 26 t, semi-remorque 35 t ;
- R 56 charge maximale pour un essieu isolé 13 t ;
- R 57 charge par mètre entre essieux extrêmes 5 t/m (cette valeur correspond à la charge entre essieux extrêmes développée par le camion de 30 tonnes des règles de charges de 1958, 1960 et 1971 à savoir 30/(4.50 + 1.50) = 5 t/m. Voir le dessin ci-après) ;
- R 58 charge maximale par essieu de 7,35 t à 10,5 t si l'espacement entre deux essieux varie entre 0,90 m et 1,35 m ;
- largeur maximale 2,50 m ;
- longueur maximale de 11 m pour un véhicule isolé, 14 m pour un semi-remorque et 18 m pour un camion avec remorque.

1.5.3 Circulaires diverses

Par la suite, un certain nombre de circulaires ont modifié et complété le décret susvisé. Par exemple, les circulaires 52 du 8 juillet 1958, 59 du 1er août 1958, 59 du 20 juillet 1959 et celle du 17 mars 1960 (assouplissement des règles pour certains types de transports, création de modèles de demandes d'autorisation de transport exceptionnel...).

1.5.4 La circulaire n°45 du 24 juillet 1967

C'est la première circulaire qui traita véritablement des conditions de délivrance et de vérification des convois exceptionnels :

- autorisations par arrêté préfectoral réglementaire du transport des pièces de grande longueur, convois agricoles avec plusieurs remorques et les engins agricoles automoteurs de largeur supérieure à 2,50 m (convois pas très lourds mais encombrants) ;
- autorisations individuelles de transport exceptionnel pour les autres convois avec des règles plus ou moins sévères suivant l'encombrement et le poids des véhicules :
    - soit permanentes sur un itinéraire déterminé dans ou plusieurs départements ou sur l'ensemble des voies d'un département,
    - soit permanentes sur un ou plusieurs itinéraires déterminés dans un ou plusieurs départements,
    - soit enfin pour un voyage ou un nombre déterminé de voyages pendant un laps de temps déterminé.

Remarque : *malheureusement, ce texte avait négligé de développer des règles sur* ***le franchissement des ponts routiers*** *qui sont surtout sensibles aux convois lourds.*

Cette circulaire reprenait les articles R 56 et R 58 du code de la route déjà visés par le décret de 1954 :

- R 56 charge maximale pour un essieu isolé 13 t ;
- R 58 charge maximale par essieu de 7,35 t à 10,5 t si l'espacement entre deux essieux varie entre 0,90 m et 1,35 m.

Elle fixait des **règles spécifiques pour la résistance des chaussées** qui visaient les convois excédant les dispositions du code de la route. Ces règles sont développées ci-après avec les notations suivantes ou « d » est la distance entre essieux et « Q » la charge maximale par essieu ou ligne d'essieux :

- tracteurs, remorques et semi-remorque, matériels de travaux publics automoteurs ou remorqués dont le PTRA excèdait 45 tonnes si les essieux des véhicules moteurs étaient à roues jumelées et si les véhicules remorqués étaient équipés de deux demi-essieux en ligne ;

Distance entre essieux d en mètres		Charge maximale Q en tonnes
≥	<	
0,90	0,95	11,5
0,95	1,00	12,0
1,00	1,05	12,5
1,05	1,10	13,0
1,10	1,15	13,5
1,15	1,20	14,0
1,20	1,25	14,5
1,25	1,30	15,0
1,30	1,35	15,5
1,35		16

- tracteurs pour remorques et semi-remorque et matériels de travaux publics automoteurs ;

Distance entre essieux d en mètres		Charge maximale Q en tonnes
≥	≤	
1,35	1,45	16,0
1,45	1,55	16,5
1,55	1,65	17,0
1,65	1,75	17,5
1,75	1,85	18,0
1,85	1,95	18,5
1,95		19

Si l'espacement entre essieux était inférieur à 0,90 m, la charge totale transmise à la route par ce groupe d'essieux ne pouvait dépasser 16 tonnes.

1.5.5 Circulaires diverses

Bien entendu, tous les cas particuliers n'avaient pu être pris en compte par la circulaire de 1967, aussi, d'autres textes vinrent la compléter :

- la circulaire n°50 du 10 août 1967 précisa les dispositions à respecter pour l'éclairage de convois exceptionnels autorisés à circuler de nuit ;
- la circulaire n°55 du 13 septembre 1967 compléta la circulaire n° 45 visée ci-devant en développant les procédures administratives dans le cadre des mesures de déconcentration ;
- La lettre-circulaire REX 2 T 5 n°150 du 27 mars 1970 relative à la circulation des motoscrapers dont les charges par essieu excédaient 19 tonnes ;
- la circulaire n°71-76 du 8 juillet 1971 précisa les conditions de transport par la route de maisons mobiles et cellules d'habitation préfabriquées ;
- la note R/EG 2 n°968-T 2/7128 du 1er octobre 1971 fixa le transport des bateaux et la note R/EG 2 n°1062 T 1/7847 du 7 décembre 1971 le transport des containers ;
- la lettre-circulaire R/EG 3 T 1 du 8 mai 1973 traita de la circulation des convois exceptionnels de grande hauteur sur les routes traversées par des lignes électriques ; la lettre-circulaire R/EG 3 T 1 du 10 mai 1973 traita de l'accompagnement des convois exceptionnels par les forces de police et gendarmerie ; la lettre-circulaire R/EG 3 T 1 n° 73-200 du 10 septembre 1973 fixa la procédure d'instruction des demandes d'accord préalable enfin la lettre-circulaire R/EG 3 T 5 du 28 mai 1975 fixa la délivrance d'autorisations permanentes pour les matériels et engins de travaux publics.

1.5.6 La circulaire n°71-155 du 29 décembre 1971

Cette circulaire introduisit le titre II du fascicule 61 du CPC relatif aux nouvelles règles de charges qui sont toujours en vigueur. Deux de ses articles traitent des convois exceptionnels :

- l'article 5 qui précise que les convois civils B (B_c et B_t) couvrent **mais uniquement pour les ponts de 1ère et 2ème classe** les convois exceptionnels de 45 tonnes et 70 tonnes (les futurs convois exceptionnels de 1ère et 2ème catégorie visés par la circulaire de 1975) sous réserve que ces véhicules respectent :
  - ∗ les charges maximales par essieu visées par la circulaire n° 45 du 24 juillet 1967 ;
  - ∗ l'article R 57 du code c'est à dire d'une charge maximale de 5 tonnes par mètre linéaire entre essieux extrêmes ;

* la charge totale de 6,5 tonnes par mètre linéaire entre essieux extrêmes sur 3 essieux consécutifs (les effets, par exemple la réaction sur une entretoise d'un pont à poutraison entretoisée, dus aux charges développées par 3 essieux satisfaisant à cette limite de 6,5t/m ne dépassent pas ceux dus aux 2 essieux arrières du camion de 30 tonnes des règles de charges de 1958, 1960 et 1971) ;
* l'interdiction du croisement de 2 véhicules de 70 tonnes sur les ponts à 2 voies ;
* l'interdiction du croisement d'un véhicule de 70 tonnes avec un poids lourd de 26 tonnes sur les ponts de 2ème classe.

Bien entendu, les véhicules de 45 et 70 tonnes ne sont pas autorisés sur les ponts de 3ème classe si une vérification de leur charge portante n'a pas été effectuée (non prise en compte du système B_t).

- l'article 10 qui présente les deux convois exceptionnels très lourds suivants :
  * le convoi D de 280 tonnes,
  * le convoi E de 400 tonnes.

Les itinéraires envisagés pour le convoi E figurent sur une carte jointe à la circulaire REX 2709-T-8 du 23 mars 1971 de la Direction des Routes et de la Sécurité routière.
Ces deux types de convois ont depuis été remplacés par les convois de la lettre-circulaire REG/3 du 20 juillet 1983.

- **CLE 71**

Il est à noter qu'il existe un document-type du Sétra appelé **CLE 75** de janvier 1975 pour la vérification des ponts-types (PICF, PIPO, PSI.DA et PSI.DP) sous les convois D et E. Ce document a été mis au point à l'occasion de l'étude de l'itinéraire de convois exceptionnels Paris-Thionville.

- **SURCH 71**

Le guide **SURCH 71** déjà visé par le présent document présente des tests comparatifs entre les effets des charges D et E et ceux des charges civiles. les résultats de ces tests sont résumés ci-après.
Pour les ponts-dalles :
- en flexion longitudinale, les moments développés par le convoi E ne dépassent ceux développés par les charges A qu'au-delà de 13 mètres de portée et d'environ 10% ;
- en flexion transversale, la majoration du ferraillage transversal varie entre 20 et 30%.

Pour les ponts à poutres sous chaussée entretoisées :
- un renforcement des entretoises, des pièces de pont et des longerons est nécessaire.

- **Guide Δ70**

Le guide SURCH 71 vise un autre guide appelé "△ 70" de janvier 1970 sur les conditions de circulation d'engins lourds de terrassement sur certains ouvrages.

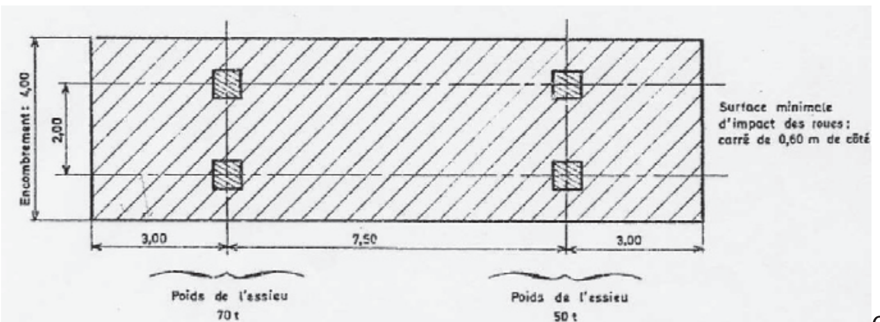
Deux convois-types de type "motorscraper" figurent dans ce guide. L'un de 23 m^3 de capacité dont la charge atteint 120 tonnes et l'autre de capacité 34 m^3 et dont la charge égale à 150 tonnes. Les charges de 120 et 150 tonnes incluent un coefficient de majoration dynamique de 1,5 qui peut être abaissé à 1,30 voire 1,20 si la vitesse peut être limitée efficacement respectivement à 10 km/h et 5 km/h. Les dimensions des impacts des roues des deux convois sont de 0,60 m x 0,60 m.

Dans les calculs, au poids des véhicules, s'ajoute le poids d'une couche de terre d'environ 20 centimètres qui recouvre le tablier du pont à titre de protection.
Normalement, des dispositions doivent être prises pour n'avoir qu'un seul engin sur le pont et pour empêcher matériellement tout croisement de ces véhicules.
Bien entendu, un pont dimensionné avec les charges de 1971, ne peut normalement pas admettre ces deux "motorscapers". En effet, il ne peut supporter que des engins dont la capacité ne dépasse pas 15 m^3.

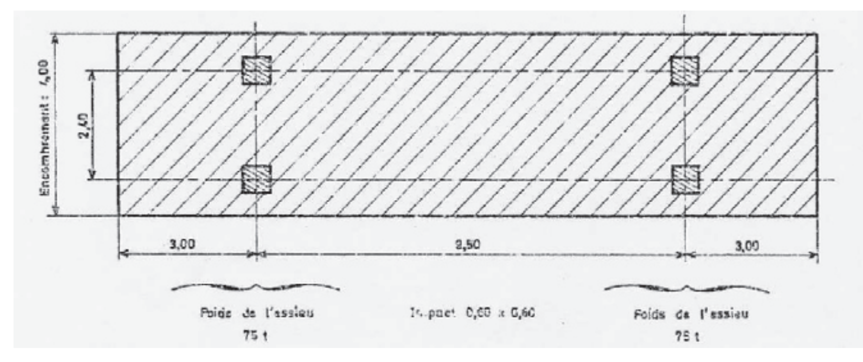
Cependant, les tests effectués sur les effets de l'engin de 23 m^3 montrent qu'il est possible de considérer que :
dans les ponts à deux voies dont les portées sont comprises entre 12 et 30 mètres, les moments longitudinaux dus à l'engin dépassent légèrement les effets du convoi militaire CM 120 et ceux des charges civiles. En dessous de 12 mètres de portée, les dépassements sont tels que le pont ne peut supporter le convoi sauf si une limitation de vitesse est imposée ;

* dans les ponts larges dont le ferraillage transversal a été dimensionné sous le char de 100 tonnes et si le convoi circule dans l'axe de l'ouvrage, il n'y a pas d'insuffisance en flexion transversale ;

* le ferraillage transversal à mettre en place dans un pont-dalle étroit (8 mètres entre dispositifs de retenue) pour permettre le passage de l'engin vaut sensiblement 2 fois celui calculé sous les charges civiles et 1,5 fois celui calculé sous le char de 100 t ;
* les tabliers à moins de deux voies dont les portées ne dépassent pas 30 mètres ne peuvent supporter le convoi.



convoi delta de 120 tonnes



convoi delta de 150 tonnes

1.5.7 La circulaire N°75-173 du 19 novembre 1975

Cette circulaire a remis à plat la réglementation sur les convois exceptionnels en abrogeant tous les textes précédents. Parmi les points les plus importants de ce texte, il faut signaler :

- la classification des convois exceptionnels en 3 catégories en fonction de leur PTRA, de leur longueur et de leur largeur ;

Convois	1ère catégorie	2ème catégorie	3ème catégorie
Poids total	≤ 45 tonnes	45 t < et ≤ 70 t	> 70 t
Largeur	≤ 3 m	3 m < et ≤ 4 m	> 4 m
longueur	≤ 18 m	18 m < et ≤ 25 m	> 25 m

Il est rappelé que la hauteur des convois n'est pas limitée. Cependant, le transporteur doit s'assurer avant de circuler que son convoi n'engage pas la hauteur utile sous les ponts, les lignes électriques...

- l'application des articles R 56, R 57 et R 58 du code de la route déjà cités ;
- de nouvelles règles concernant les tridems (3 essieux consécutifs de charge et d'espacement sensiblement égaux) ;

Distance entre essieux en mètres		CHARGE MAXIMALE À L'ESSIEU EN TONNES
≥	<	
0,90 m	1,35 m	9,0 t
1,35 m	1,80 m	10,0 t

- des prescriptions relatives aux convois exceptionnels de 1ère et 2ème catégorie **qui ont été sont imposées par la résistance des ponts** :
  * sur un véhicule à 3 essieux, respect d'une charge totale par mètre entre essieux extrêmes ≤ 6,5 t/m ;

∗ sur un véhicule à plus de 3 essieux respect d'une charge de 6,5 t/m sur 3 essieux consécutifs sauf s'il s'agit d'un tridem et, en application de l'article R 57, respect d'une charge de 5 t/m entre essieux extrêmes,

- des prescriptions relatives aux convois exceptionnels de 1ère, 2ème et 3ème catégorie **qui ont été imposées par la résistance des chaussées** :

∗ convois de 1ère catégorie (≤45 t) respect des articles R 56 (essieu isolé de 13 t) et R 58 (essieux consécutifs de 7,35 t à 10,5 t lorsque l'espacement passe de 0,90 m à 1,35 m) **sauf pour les tracteurs de remorques et semi-remorques et les engins de travaux publics auxquels étaient appliquées les règles des charges à l'essieu des convois des 2ème et 3ème catégories,**

∗ convois de 2ème et 3ème catégorie les charges devaient respecter les valeurs fixées dans les différents tableaux (a), b), c)…) ci-après sous réserve que :
- les essieux des véhicules moteurs soient à roues jumelées ou à roues simples approuvées par la Direction des Routes ;
- les véhicules remorqués des convois de 3ème catégorie soient équipés au moins de deux demi-essieux en ligne et de suspensions hydrauliques ou d'un système agréé par la Direction des Routes. La suspension hydraulique étant obligatoire au-dessus de 120 tonnes ;

- tableau (repéré par la lettre (a) dans la circulaire), tracteurs pour remorques et semi-remorques ;

Distance entre essieux d en mètres		Charge maximale Q en tonnes
≥	<	
0,90	1,05	10,5
1,05	1,20	11,5
1,20	1,35	12,5
1,35	1,50	13,5
1,50	1,65	14,5
1,65	1,80	15,0
1,80	1,95	15,5
1,95		16,5

- tableau (b) engins de travaux publics automoteurs (si pression de gonflage est ≤ 3 bars) ;

Distance entre essieux d en mètres		Charge maximale Q en tonnes
≥	<	
1,35	1,45	16,0
1,45	1,55	16,5
1,55	1,65	17,0
1,65	1,75	17,5
1,75	1,85	18,0
1,85	1,95	18,5
1,95		19

Pour une pression de gonflage > 3 bars et <5 bars :
si les essieux sont équipés de roues jumelées, respect des charges du tableau a) ;
si les essieux sont équipés de roues simples, respect des valeurs du tableau b) diminuées de 4 tonnes.
Pour une pression de gonflage supérieure à 5 bars :
si les essieux sont équipés de roues jumelées, respect des charges tableau a) ;
si les essieux sont équipés de roues simples, respect des valeurs des articles R 56 et R 58 ;

- tableau (c) remorques et semi-remorques faisant partie de convois de 2ème catégorie ;

Distance entre essieux d en mètres		Charge maximale Q en tonnes
≥	<	
0,90	0,95	11,5
0,95	1,00	12,0
1,00	1,05	12,5
1,05	1,10	13,0
1,10	1,15	13,5
1,15	1,20	14,0
1,20	1,25	14,5

1,25	1,30	15,0
1,30	1,35	15,5
1,35		16

- tableau (d) remorques et semi-remorques faisant partie de convois de 3ème catégorie ;

Distance entre lignes d'essieux en mètres		Charge maximale par 2 demi-essieux en tonnes	Charge maximale par 3 demi-essieux en tonnes	Charge maximale par 4 demi-essieux en tonnes
≥	<			
1,35	1,45	16,5	20,5	25,0
1,45	1,55	17,0	22,0	27,0
1,55	1,65	17,5	23,5	28,5
1,65	1,75	18,0	24,5	30,5
1,75	1,85	18,5	25,5	32,5
1,85	1,95	19,5	26,5	33,5
1,95		20,5	27,5	35,0

Si les demi-essieux étaient à roues simples non agrées, les charges maximales étaient celles des articles R 56 et R 58 ;
Si les remorques et semi-remorques avaient des distances entre lignes d'essieux inférieures à 1,35 m les charges maximales étaient celles du tableau c) ;
Pour les convois de 3ème catégorie > 70 tonnes et < 120 tonnes lorsque les remorques et semi-remorques n'étaient pas équipées d'une suspension hydraulique ou d'un système agréé, les charges maximales du tableau d) étaient à réduire de 10% (avec un minimum de 16 tonnes si PTRA< 120 tonnes pour éviter des contradictions).

- des prescriptions concernant les règles d'exploitation :
  - ∗ pour les convois de 1ère et 2ème catégorie :

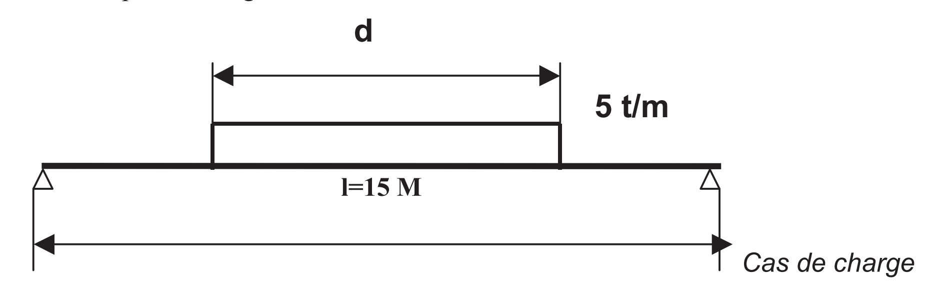
- espacement de 10 m entre le convoi et un poids lourd qui le précède en agglomération et de 50 mètres hors agglomération (article R 8-1) ;
- franchissement des ponts dont la largeur de la chaussée est inférieure à 5,50 mètres sans la circulation d'autres véhicules.
  - ∗ pour les convois de 3ème catégorie :
- conditions de circulation sur les routes et de franchissement des ponts fixées en fonction des résultats de l'étude de la force portante du pont.

Remarque : *des mesures dérogatoires et des mesures transitoires étaient prévues pour les véhicules existants en service ne satisfaisant pas les règles édictées.*

Cette circulaire de 1975 définissait également les conditions d'étude et de délivrance des autorisations, les règles d'éclairage, de circulation, d'accompagnement...

La règle des 6,5 t/m sur 3 essieux ne faisant pas partie d'un groupe d'essieux limite les sollicitations dans les poutres. La règle des 5 t/m entre essieux extrêmes joue le même rôle.

La démonstration ci-dessous montre que la règle des 5 t/m limite l'augmentation des sollicitations. Celles-ci augmentent moins vite que les charges.



$$M(l/2) = \frac{5d}{4}\left(l - \frac{d}{2}\right)$$

si $Q_1 = 30$ t d'ou $d_1 = 6$ m et $M_1 = 90$ tm ;
si $Q_2 = 40$ t d'ou $d_2 = 8$ m et $M_2 = 110$ tm.

Comparaison des rapports des charges et des moments : $Q_2/Q_1 = 1,33$
$M_2/M_1 = 1,22$ seulement.

1.5.8 Lettre circulaire REG. 3 du 23 septembre 1976

Compte tenu de certaines difficultés d'application de la circulaire de 1975, des séances d'information ont été organisées et une lettre-circulaire de la Direction des Routes et de la Circulation Routière REG.3 datée du 23 septembre 1976 (se reporter également à la circulaire du 3 juin 1976) a explicité les questions techniques et administratives posant problème et en particulier les cas suivants :

∗ les demi-essieux à roues simples non prévus ;
∗ les faux tridems (tridems dont les essieux sont inégalement chargés) ;
∗ l'agressivité pour les ponts des engins de travaux publics automoteurs répondant au tableau b) de la circulaire ;
∗ l'extrapolation de l'article R 58 au-delà de 1,35 m de distance entre essieux.

Les solutions aux problèmes qui ont été apportées par ce nouveau texte sont développées ci-après.

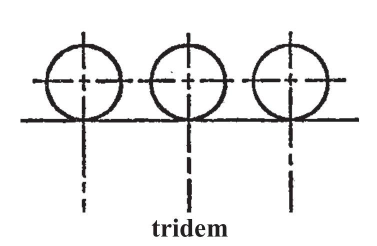
□ *Pour les demi-essieux à roues simples*

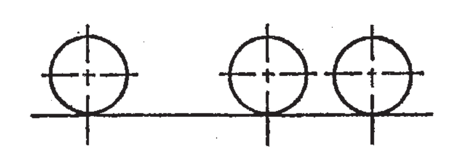
∗ 1ère catégorie :
application des articles R 56 et R 58 et des règles de répartition longitudinale à 5 t/m et 6,5 t/m (la règle des 6,5 t/m jouant pour les engins à 3 essieux et les deux règles delà de 3 essieux) .

∗ 2ème catégorie :
application pour les convois à deux (2) lignes de demi-essieux des charges du tableau a) et des règles de répartition longitudinale à 5 t/m et 6,5 t/m ;
application pour les convois à trois (3) lignes ou plus de demi-essieux des règles de répartition longitudinale à 5 t/m et 6,5 t/m.

∗ 3ème catégorie (largeur hors tout des lignes d'essieux ≥ 2,20 mètres) :
application pour les convois à deux (2) lignes de demi-essieux des charges du tableau a) mais sans les règles sur les types de suspension ;
application pour les convois à trois (3) lignes ou plus de demi-essieux des charges du tableau a) diminuées de 1,5 tonnes ;
application d'une diminution des charges de 10% avec un minimum de 10 tonnes pour les convois entre 70 tonnes et 120 tonnes avec des suspensions non hydrauliques ;
obligation d'une suspension hydraulique au-delà de 120 tonnes et de vérifier **au coup par coup les ponts.**

□ *Les faux tridems (se reporter au tableau ci-dessous)*


tridem


faux tridem

distance entre essieux en mètres		charge maximale par essieu en tonnes
≥	<	
0,90	1,35	9,0
1,35	2,30	10,0

Cette règle complémentaire qui a concerné à la fois les chaussées et les ponts dérogeait à la règles des 6,5 t/ml mais la limite de 2,30 m a permis de se raccorder à la règle des 6,5 t/m :

$$\frac{30}{6,5} = 4,62\,m \sim 2x2,30m$$

□ *L'agressivité pour les ponts des engins de travaux publics automoteurs*

Le fait qu'un **engin de travaux publics automoteur** respecte les règles du tableau b) autorisait celui-ci à circuler sur les chaussées **mais pas forcément sur les ponts** compte tenu des charges à l'essieu très élevées permises (jusqu'à 19 tonnes). En effet, les groupes d'essieux lourds ont des effets pouvant être supérieurs aux effets des 2 essieux arrières du camion B_c (2x12 tonnes). Des modèles de convois ont été définis dans la lettre-circulaire

- *L'extrapolation de l'article R 58*

Cette extrapolation à limité la charge à l'essieu entre 7,35 tonnes et 10,5 tonnes pour une distance entre essieux comprise entre 0,90 m et 1,35 m.
En ce qui concerne **les chaussées**, cet article a été extrapolé comme indiqué dans le tableau qui suit.

Distance entre essieux en mètres		charge maximale sur l'essieu le plus chargé en tonnes
≥	<	
1,35	1,40	10,5
1,40	1,45	10,75
1,45	1,50	11,0
1,50	1,55	11,2
1,55	1,60	11,4
1,60	1,65	11,6
1,65	1,70	11,8
1,70	1,75	12,0
1,75	1,80	12,2
1,80	1,85	12,4
1,85	1,90	12,6
1,90	1,95	12,8
1,95		13,0

Le document annexé à la lettre-circulaire de 1976 comporte 120 pages de règles, de conseils, d'exemples d'application et d'organigrammes décisionnels qu'il est bien entendu impossible de résumer ici en quelques lignes.
Il est donc nécessaire d'exposer ci-après la méthode de calcul simplifiée qui permet d'étudier l'agressivité d'un convoi de 1ère ou de 2ème catégorie vis-à-vis d'un pont. Cette méthode a été utilisée en liaison avec les autres limites **pour fixer les règles de la circulaire de 1975** (règles des 5 t/m et 6,5 t/m...) et ainsi **définir les convois-types** qui ont été annexés à la circulaire de 1983 développée plus loin dans le présent texte.

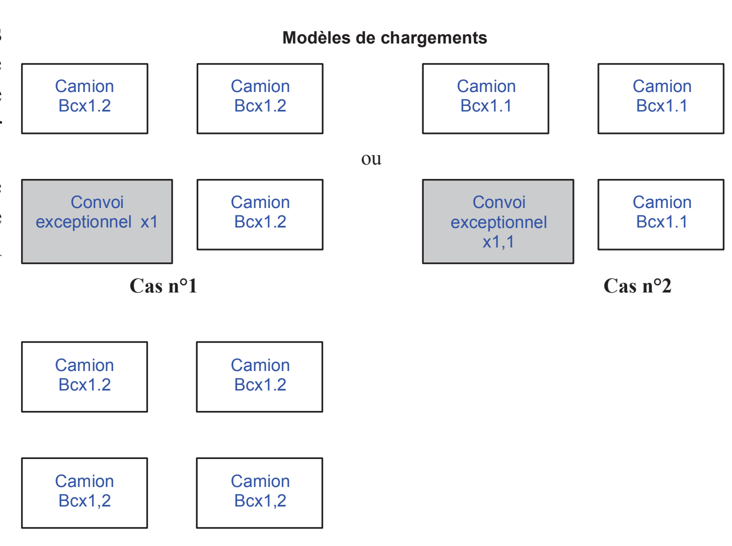
1.5.9 Méthode de calcul simplifiée des effets des convois des 1ère et 2ème catégories

Le principe des vérifications de cette méthode simplifiée consiste à comparer les sollicitations développées dans l'ouvrage par le convoi exceptionnel (seul ou mêlé à une circulation concomitante théorique) aux sollicitations développées par les charges civiles en vigueur à l'époque de la construction de l'ouvrage.

Il y a lieu de noter que les sollicitations développées par les charges civiles dépendent des règles de charges et de calculs utilisés pour la construction de l'ouvrage (à cause des coefficients partiels de sécurité sur les actions γ_Q et sur les matériaux γ_M).

1.5.9.1 Modèle de chargement représentatif du convoi exceptionnel mêlé à la circulation

On considère que la situation la plus défavorable correspondant au cas où le convoi exceptionnel est mêlé à une circulation concomitante représentée par les camions Bc du titre II du fascicule 61 du CPC, le convoi exceptionnel se substituant à l'un d'entre eux comme le montre la figure ci-contre dans le cas d'un pont à 2 voies de circulation.



Dans le cas (2) visé ci-après, (cas ou $E_2 \leq E_0 < E_1$) c'est à dire lorsque le convoi exceptionnel doit passer sur le pont sans autre poids lourds, il faut ajouter une colonne de véhicules légers (charge répartie de 100 kg/m² sur une voie de circulation).
La charge (convoi exceptionnel + Bc) doit être pondérée par 1,1. Ce coefficient est destiné à couvrir les déséquilibres de charges sur les essieux dus à la non-planéité, aux pentes des chaussées ou aux tolérances de positionnement du colis, ainsi que les incertitudes sur son poids réel.
D'autre part, la charge (convoi exceptionnel + Bc) est à pondérer par δ le coefficient de majoration dynamique.

Les notations sont les suivantes :

- **E_0** représente les sollicitations développées par les charges civiles (de type A et B) en tenant compte des coefficients pondérateurs des règles de charges et de calculs en vigueur lors de la conception de l'ouvrage (γ_Q = 1,2 en général) ;
- **E_1** représente les sollicitations développées par le cas n°1 la charge (convoi exceptionnel + Bc), qui est pondérée par le coefficient 1,1 des convois exceptionnels et le coefficient de majoration dynamique δ ou par le cas n°2 pour simplifier les calculs avec Bc majoré par 1,2 et le convoi par 1 sans oublier δ ;
- **E_2** représente les sollicitations développées par le convoi exceptionnel (pondéré également par 1,1 et δ) et une file de véhicules légers (100 kg/m²).

1.5.9.2 Interprétation des résultats

- (1) Si $E_1 \leq E_0$, le passage du convoi exceptionnel sur l'ouvrage mêlé à la circulation normale ne provoque pas de charge supérieure à la capacité portante du pont. Il n'est pas nécessaire d'imposer de restriction particulière de circulation.

  - (2) Si $E_2 \leq E_0 < E_1$, le convoi exceptionnel peut franchir l'ouvrage à vitesse normale, à condition d'interdire la circulation aux autres véhicules (poids lourds).
  - (3) Si $E_2/\delta \leq E_0 < E_2$, le convoi exceptionnel peut circuler au pas, en étant le seul véhicule admis sur l'ouvrage.
  - (4) Si $E_0 < E_2/\delta$, la capacité portante du pont ne permet pas le passage du convoi exceptionnel.

Dans ce dernier cas (4), des conditions supplémentaires relatives au positionnement du convoi exceptionnel sur l'ouvrage (circulation dans l'axe du pont par exemple) permettront peut être de ne pas avoir de dépassement des sollicitations E_0. Une telle disposition du convoi impose un accompagnement local par les services de police ou gendarmerie.

Dans le cas ou cette méthode rapide ne permet pas de conclure, « un recalcul complet » de l'ouvrage s'impose (cette étude fine qui peut aller jusqu'au calcul des niveaux de contraintes dans toutes les parties de l'ouvrage pourra éventuellement montrer que celui-ci peut accepter le convoi exceptionnel).

Remarque : *les contraintes visées par les cas (2) à (4) amènent une forte gêne à la circulation des autres véhicules compte tenu des intensités du trafic actuel, la présence des forces de police est difficile à obtenir et les véhicules d'accompagnement n'ont aucun pouvoir pour encadrer les autres usagers. De plus, de telles contraintes peuvent être à l'origine d'accidents.* ***Il serait préférable de supprimer toute dérogation pour les convois de ces deux catégories.***

1.5.9.3 Choix des types de ponts qui ont fait l'objet de l'étude

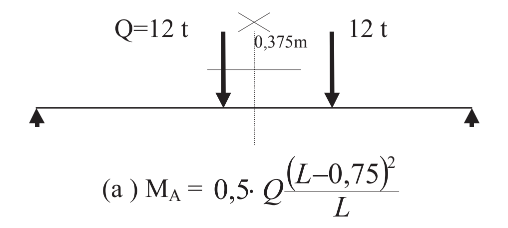
Les ouvrages les plus sensibles sont les ponts à poutres sous chaussée entretoisées à cause de l'effet défavorable du coefficient d'excentricité des charges. Tous les calculs ont été faits en supposant les entretoises infiniment rigides et en appliquant la méthode dite de Courbon. Les sollicitations dans les poutres principales mais aussi dans les entretoises ont été étudiées.

- Dans le sens longitudinal, pour le calcul des poutres ont été considérés des ponts de 6 mètres à 10 mètres de portée. En effet, au-delà d'une dizaine de mètres de portée les charges du système A deviennent prépondérantes sur celles du système B.
- Dans le sens transversal, ont été considérés des ponts portant des chaussées à 2 voies et de 6 mètres de largeur. En effet, le croisement sur des chaussées de 5,50 mètres de largeur est peu réaliste et trop défavorable.
- Pour le calcul des efforts dans les poutres, tous les ponts étudiés comportaient 3 ou 4 poutres distantes de 3 mètres à 3,50 mètres.

- Pour le calcul des efforts dans les entretoises (effort local), ont été considérés des espacements de 5, 8 et 10 mètres (bien entendu, les portées des poutres qui correspondent aux espacements de 8 et 10 mètres sont supérieurs à 10 mètres).

1.5.9.4 Modèles de calcul sous les camions Bc (le même schéma de calcul s'applique au convoi exceptionnel)

- Le théorème de Barré est applicable pour le calcul des moments longitudinaux dans la poutre, Il s'énonce comme suit : dans une travée indépendante de portée L, le moment fléchissant sous un convoi est maximum au droit d'un essieu qui se trouve placé symétriquement par rapport à l'axe médian avec la résultante générale du convoi {formule(a)}.



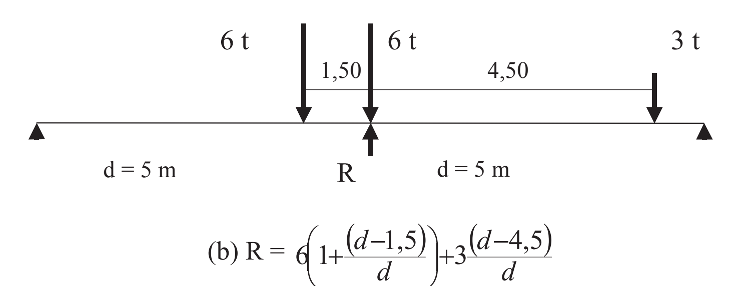
(a) $M_A = 0{,}5 \cdot Q \frac{(L-0{,}75)^2}{L}$

Remarques :
ici, l'étude porte sur le cas où seuls les 2 essieux arrières du camion peuvent se trouver sur l'ouvrage L<9,196 m.
si transversalement ,le chargement est symétrique, il n'y a pas à faire intervenir les coefficients d'excentricité des charges de la méthode de Courbon δ_i. C'est le cas de la figure ci-après. Sinon, la valeur de δ_i qui majore M_A vaut si les poutres ont toutes la même inertie :

$$\delta_i = 1+6\frac{(n+1-2i)}{n2-1}\frac{e}{\lambda}$$

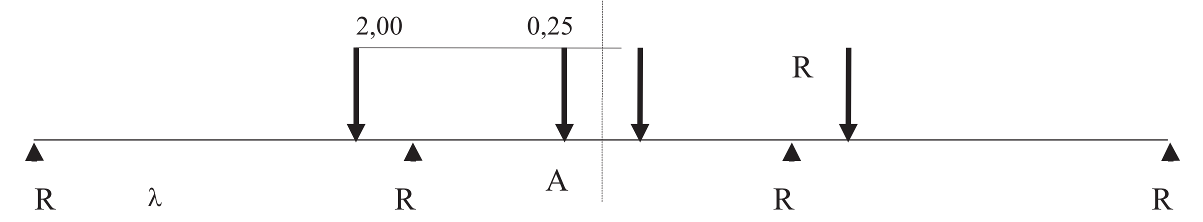
Avec : n le nombre des poutres, i le numéro de la poutre, e l'excentricité de la file de roues par rapport à l'axe du tablier et λ l'espacement des poutres.

- Pour le calcul du moment fléchissant dans une entretoise, on commence par calculer la réaction maximale R sur celle-ci et sous une file de roues en supposant que la dalle est simplement appuyée (l'étude porte ici sur le cas où l'entraxe d des entretoises est de 5 mètres) {formule(b)}.



(b) $R = 6\left(1+\frac{(d-1{,}5)}{d}\right)+3\frac{(d-4{,}5)}{d}$

Ensuite, pour calculer le moment M_A, on applique la méthode de Courbon (ici au cas d'un pont à 4 poutres espacées de λ, R étant la réaction d'une file de roues sur l'entretoise obtenue par la formule (b)).



Par raison de symétrie la réaction de chaque poutre vaut R et le moment fléchissant au droit de la section A (au droit d'une ligne d'essieux) vaut :

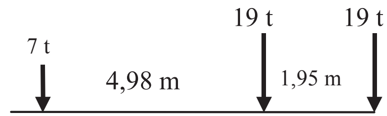
$$M_A = R\ \{(\lambda+0{,}5\lambda-0{,}25)+(0{,}5\lambda-0{,}25)-2\}$$

Remarque : *la comparaison des efforts tranchants, non prépondérants, est inutile.*

1.5.9.5 Résultats des études

* *Nécessité de la règle des 6,5 t/m sur 3 essieux*

Par exemple, pour un engin de travaux publics automoteur de 1ère catégorie (≤ 45 t), la configuration la plus agressive permise par la circulaire de 1975 était la suivante :



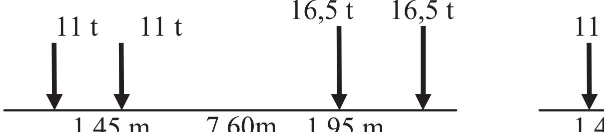
Un tel engin mêlé à la circulation générale conduit à un dépassement des efforts développés par les camions Bcx1,2 de 13,4 % ce qui montre la nécessité de la règle des 6,5 t/m sur 3 essieux consécutifs que vérifie ce convoi.

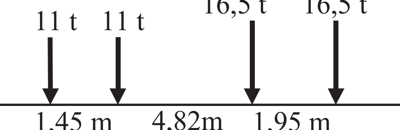
* *Nécessité de la règle du tridem*

Les calculs montrent que l'agressivité d'un tridem est à peu prés équivalente à celle des camions Bc pondérés par 1,2

* *Nécessité de la règle des 5 t/m pour des engins comportant plus de 3 essieux*

Par exemple, pour cette grue de 55 tonnes qui est un convoi de 2ème catégorie, les configurations les plus agressives sont les suivantes.





La distance de 7,60 m est imposée par la règle des 5 t/m. Sans la règle des 5 t/m, la distance passe à 4,82 m. Si cet engin ne respecte pas la règle des 5 t/m, lorsqu'il est mêlé à la circulation générale, les efforts qui en résultent dépassent de plus de 10 % ceux développés par les camions Bcx1,2 ce qui montre la nécessité de la règle des 5 t/m entre essieux extrêmes.

1.5.10 La lettre-circulaire REG/3 du 20 juillet 1983

Ce document de la Direction des Routes a eu pour but de présenter la politique du Ministère de l'Équipement en matière de convois exceptionnels en rappelant "**qu'elle n'avait aucune obligation de prévoir ou d'aménager des itinéraires de capacités exceptionnelles".**

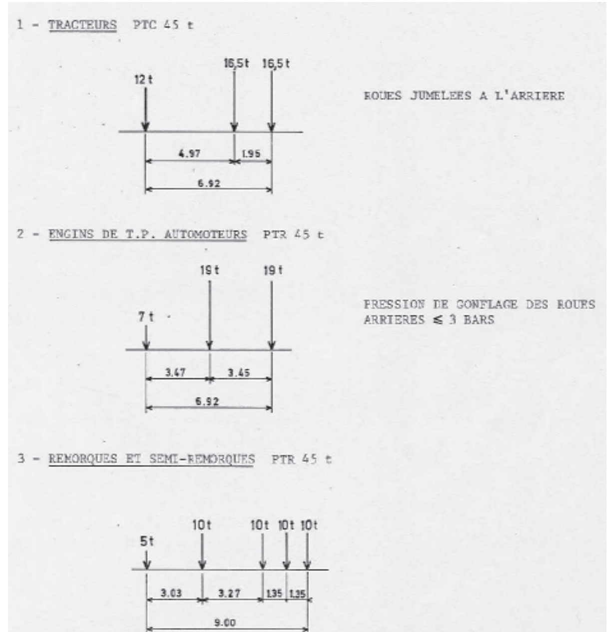
Cependant y sont évoqués :

* les itinéraires des convois D et E (circulaire du 23 mars 1971 rappelée le 22 octobre 1974) ;
* les autres convois-types, enveloppes des convois réels satisfaisant à la circulaire de 1975 (convois des 1ère et 2ème catégorie) ;
* les nouveaux convois de 3ème catégorie les convois C1 et C2, D et E (modèles de charges pour la vérification des ponts et modèles géométriques pour la vérification du tracé routier) ;
* ainsi que des règles de vérification des ponts existants ou à construire...

□ Les convois-types de 1ère catégorie (PTRA $\leq$ 45 tonnes),

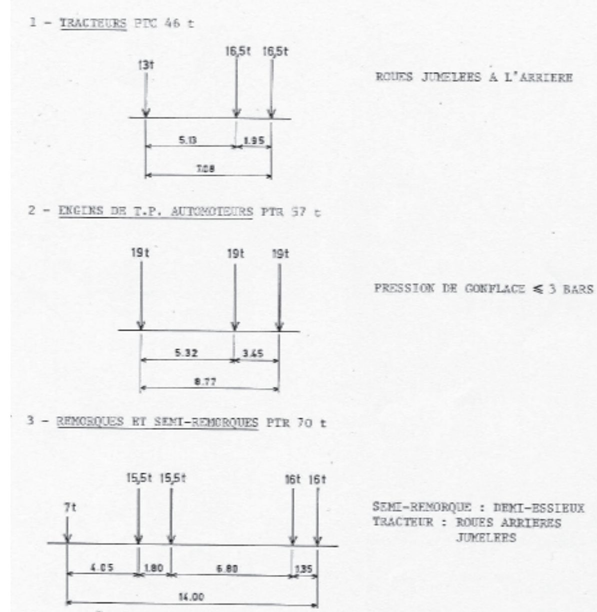
Ces convois types sont les configurations les plus agressives permises par la circulaire de 1975 modifiée suite au cycle d'information. Normalement, ces convois sont couverts par les charges A(l) et B_c. du titre II du fascicule 61 du CPC de 1958/1960 et celles du titre II de 1971.

Si les convois sont non conformes à la circulaire de 1975, les ponts doivent être vérifiés sous ces charges. Les convois devant circuler à faible vitesse donc sans coefficient de majoration dynamique et leur charge caractéristique étant prise égale à 1,1 fois leur charge nominale.



convoi type de 1ère catégorie

- <u>Les convois-types de 2ème catégorie (45 tonnes < PTRA ≤ 70 tonnes,</u>

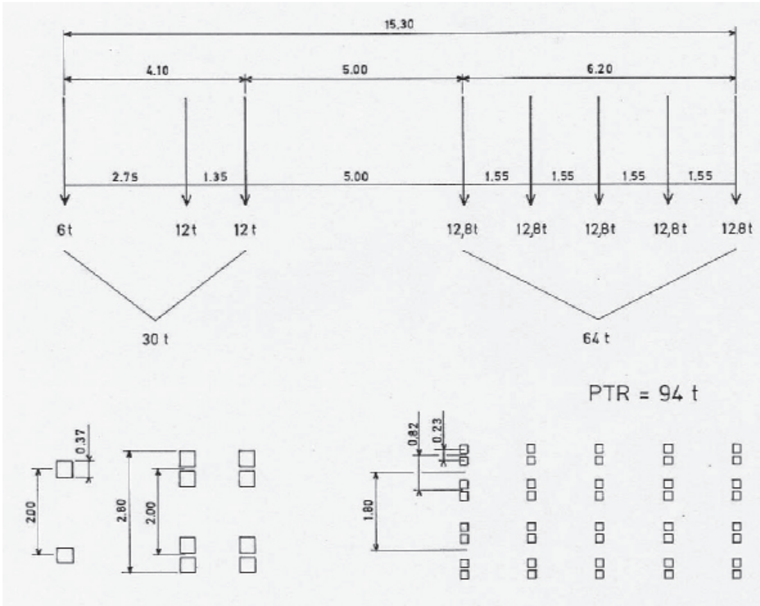


convoi type de 2ème catégorie

Ces convois types sont les configurations les plus agressives permises par la circulaire de 1975 modifiée suite au cycle d'information. Normalement, ces convois sont couverts par les charges A(l), B_c et B_t du titre II du fascicule 61 du CPC de 1971 (attention **les ponts de 3ème classe** non soumis à B_t, normalement ne peuvent accepter les convois-types).
Si les convois sont non conformes à la circulaire de 1975, les ponts doivent être vérifiés. Les convois devant circuler à faible vitesse donc sans coefficient de majoration dynamique et leur charge caractéristique étant prise égale à 1,1 fois leur charge nominale.

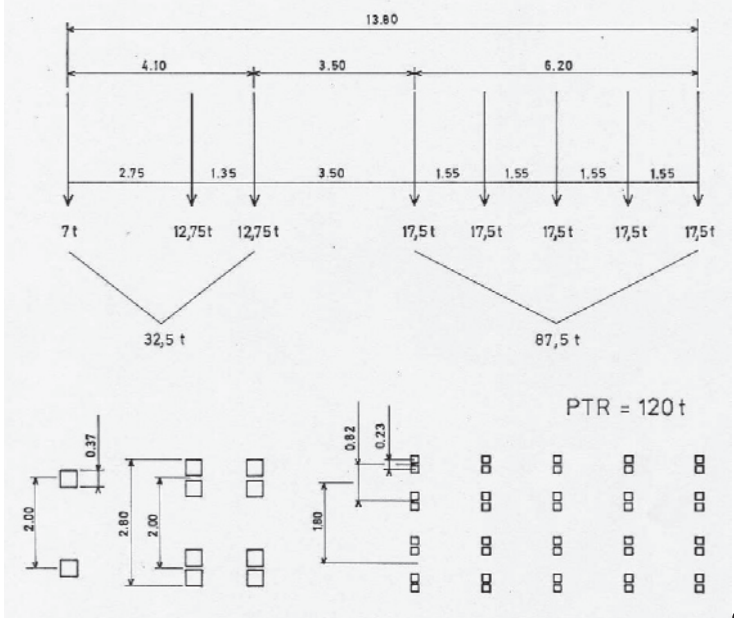
- Les nouveaux convois-types de classe C (C1 et C2) de 3ème catégorie de PTRA ≤ 120 tonnes

  * Le convoi C1 de PTRA = 94 tonnes est tel qu'il peut circuler sur tous les ponts dimensionnés avec les règles de charge de 1960 et 1971 si :
    - la largeur de la chaussée est au moins de 6 mètres,
    - le pont est en bon état,
    - le convoi circule seul au pas et dans l'axe du pont.



convoi type C1

∗ Le convoi C2 de PTRA = 120 tonnes est tel qu'il peut circuler sur tous les ponts en bon état dimensionnés avec le convoi de 4ème classe de la circulaire B.27 du 11 février 1946 (char de 100 tonnes) ou le CM 120 du titre II du fascicule 61 du CPC de 1971 (règlements de charges de 1960 et 1971).



convoi type C2

Les convois-types C peuvent être placés sur toute la largeur chargeable sans pouvoir empiéter sur les bandes de 0,50 mètres réservées le long des dispositifs de retenue. La charge nominale doit être majorée par 1,10 pour tenir compte des différentes incertitudes (poids réel, position du colis, dévers, non planéité de la chaussée...). Les charges ne doivent pas être frappées par un coefficient de majoration dynamique, elles ne doivent pas développer d'effort de freinage ni de force centrifuge.

Remarque : *Il est toujours possible de recalculer le pont. Ce recalcul peut montrer que les conditions de circulation peuvent être adoucies à cause du type et de la géométrie du pont (influence du coefficient d'excentricité des charges), des charges particulières de calcul. (convois militaires) etc. (se reporter au paragraphe 4.5.2 du document sur l'évaluation de la force portante des ponts qui présente l'étude d'un convoi militaire mêlé à la circulation fréquente de l'Eurocode 1 partie 3)*

- Les nouveaux convois-types de classe D (PTRA $\leq$ 250 tonnes) et de classe E (PTRA $\leq$ 400 tonnes)

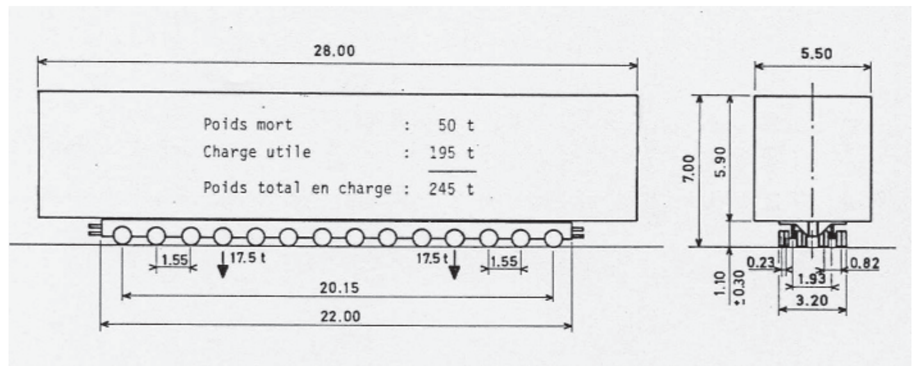
Ces convois dont les charges à l'essieu respectent les règles assurant la résistance des chaussées de la circulaire de 1975, remplacent les convois décrits par l'article 10 du titre II du fascicule 61 du CPC de 1971 rendus obsolètes par l'évolution de la conception des convois très lourds. A noter qu'il y a plusieurs convois-types pour chaque classe :

∗ Les convois D :
  - le D.2 F.1 de 245 tonnes avec 14 lignes de 2 demi-essieux de 17,5 tonnes,
  - le D.2 F.2 de 250 tonnes avec 2 remorques de 8 lignes de 2 demi-essieux de 15,6 tonnes,
  - le D.3 F.1 de 250 tonnes avec 11 lignes de 3 demi-essieux de22,7 tonnes.

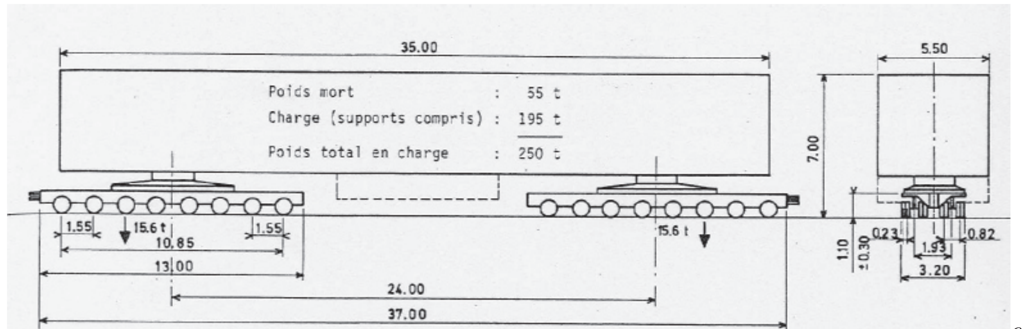
∗ Les convois E :
  - le E.2 F.1 de 350 tonnes avec 20 lignes de 2 demi-essieux de 17,5 tonnes,
  - le E.2 F.2 de 400 tonnes avec 2 remorques de 12 lignes de 2 demi-essieux de 16,7 tonnes,
  - le E.3 F1 de 400 tonnes avec 17 lignes de 3 demi-essieux de 23,5 tonnes,
  - le E.3 F.2 de 376 tonnes avec 2 remorques de 8 lignes de 3 demi-essieux de 23,5 tonnes.

Les convois D et E sont supposés rouler dans l'axe du pont avec une tolérance de 0,30mètres de part et d'autre de cet axe. Les autres règles concernant la majoration de la charge nominale, le coefficient de majoration dynamique...sont celles des convois de classe C. Bien entendu, toute demande de passage d'un convoi D ou E sur un pont impose son recalcul.

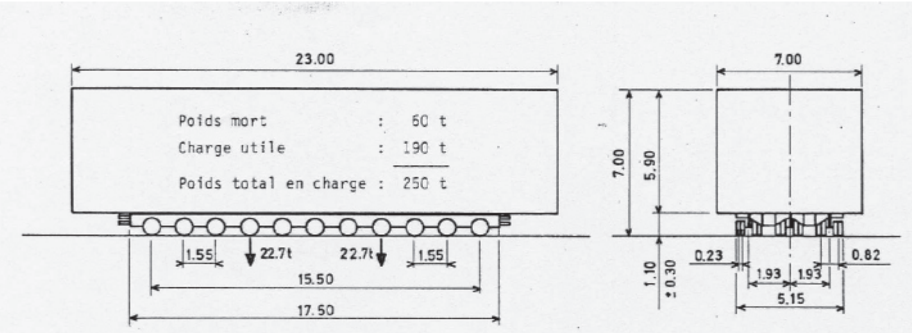
∗ Dessins des 4 convois-types D



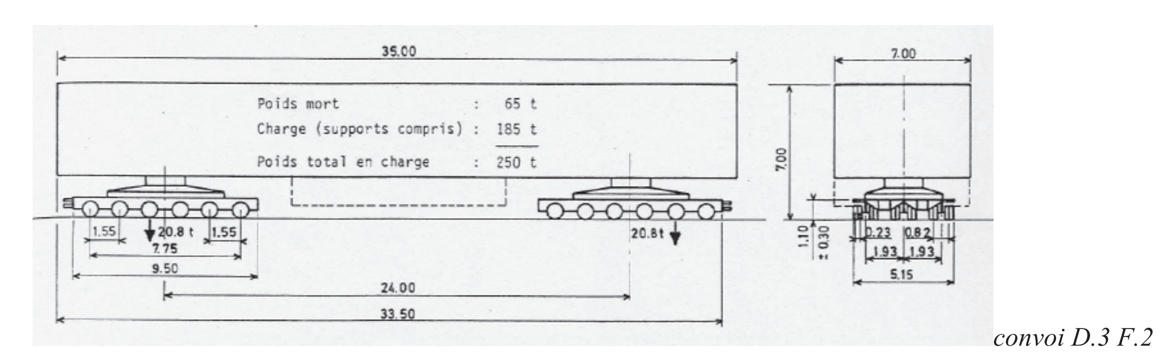
convoi D.2 F.1



convoi D.2 F.2

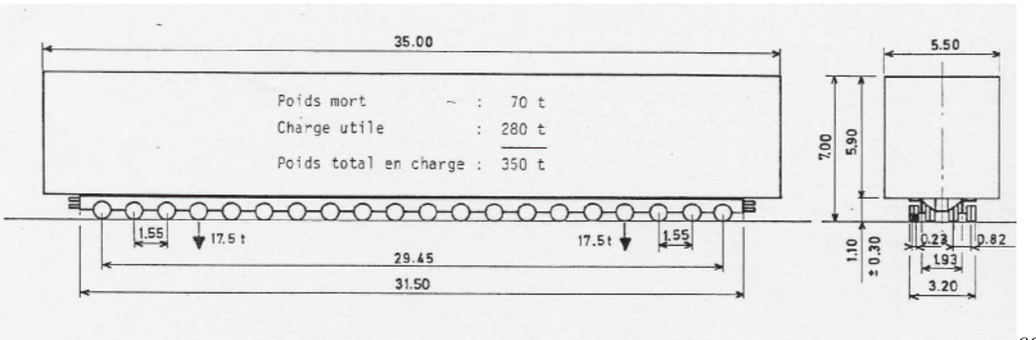


convoi D.3 F.1

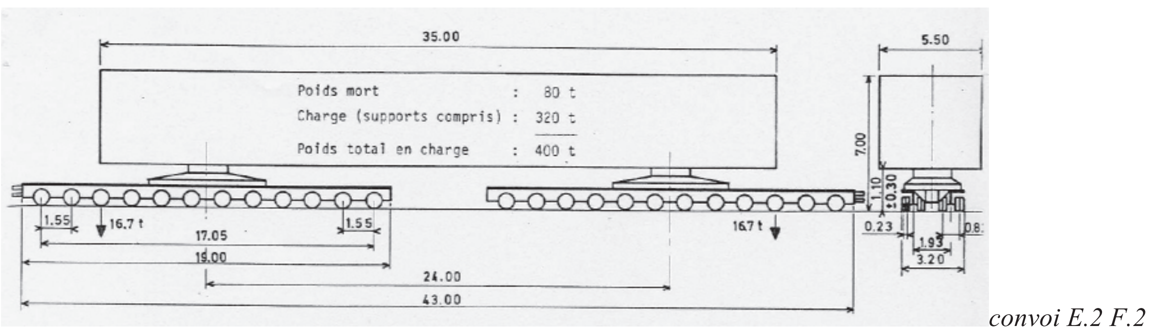


convoi D.3 F.2

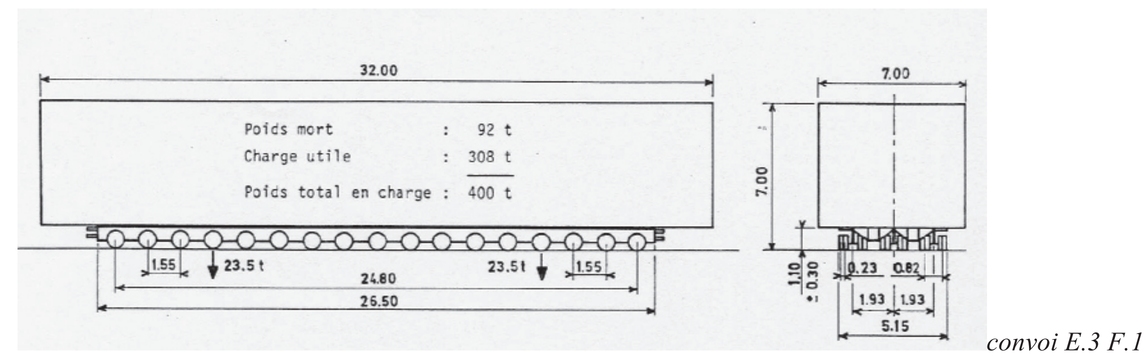
∗ *Dessins des 4 convois-types E*



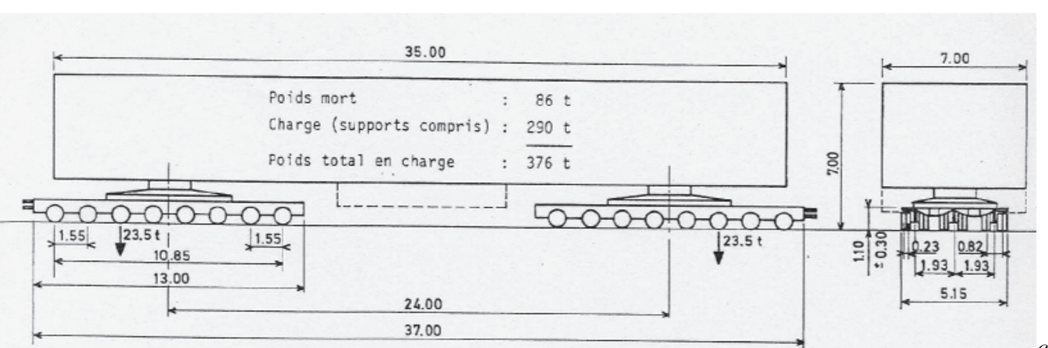
convoi E.2F.1



convoi E.2 F.2



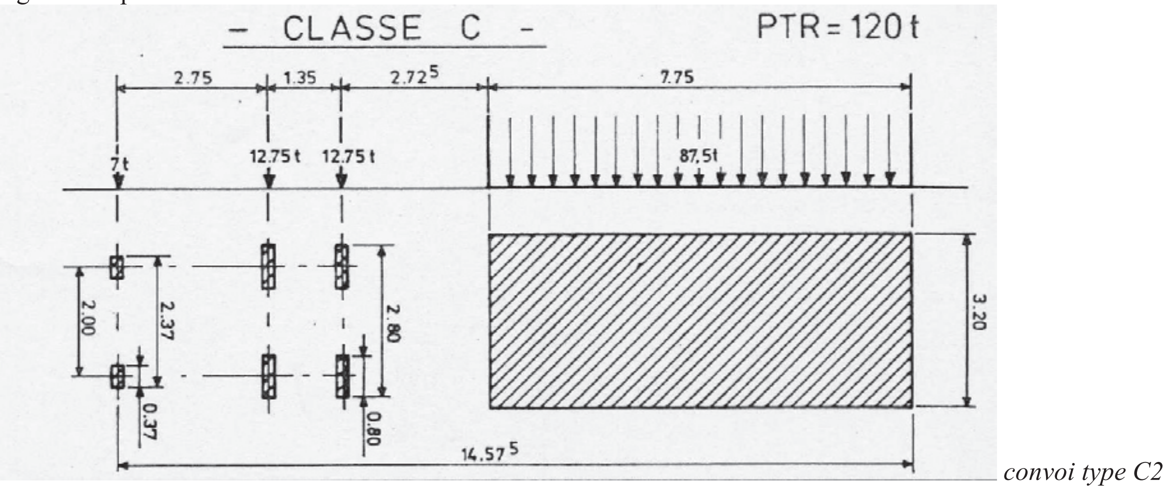
convoi E.3 F.1



convoi E.3 F.2

- Dessins des convois-types C , D et E utilisés pour la vérification des OA

Il est possible de remplacer les groupes d'essieux par une charge répartie équivalente comme le montrent des figures ci-après.



convoi type C2

– CLASSE D –
PTC ≤ 250 t
D.2F.1
245 t
3.20
21.70
D.3F.1
250 t
5.15
17.05
D.3F.2
125 x 2 = 250 t
5.15
9.30
14.70
9.30
33.30

convois type D

– CLASSE E –
PTC ≤ 400 t
E.2F.1
350 t
3.20
31.00
E.3F.1
400 t
5.15
26.35
E.3F.2
188 x 2 = 376 t
5.15
12.40
11.60
12.40

convois type E

- Règles de calcul des ouvrages existants

C'est le seul cas dans la réglementation française où de véritables règles de recalcul ont été fixées pour la plupart des ponts existants (en maçonnerie, en béton armé, en béton précontraint, métalliques et mixtes) ainsi que pour les murs de soutènement, les buses métalliques....

Remarque : Ces règles auraient besoin d'être mises à jour et certaines insuffisances corrigées.
En effet, par exemple :

- *pour les ponts en béton précontraint il n'est pas prévu la prise en compte du gradient thermique dû à l'ensoleillement. Cette erreur de raisonnement est à corriger. Cependant dans le cas où "ça ne passerait pas" il est possible d'envisager de supprimer les gradients thermiques par arrosage de la chaussée ou par application d'une peinture blanche sur la chaussée (le gradient peut être ainsi stabilisé à 1° C !).*
- *pour les ponts métalliques ou mixtes les règles vis-à-vis de la fatigue pourraient être appliquées pour les ponts soumis à de nombreux passages de convois exceptionnels.*
- *la non prise en compte du coefficient de majoration dynamique pour les convois de type C ne paraît pas raisonnable.*

- Règles de calcul des ouvrages à construire

Outre le coefficient de 1,1 qui affecte les charges nominales, les règles du jeu sont celles des règlements de calcul aux états-limites. Les coefficients de pondération des charges (de caractère particulier) sont plus faibles que ceux applicables aux charges civiles normales soit $\gamma Q = 1.35$ au lieu de 1.5 aux ELU mais, les coefficients de sécurité partiels applicables aux matériaux γ_m ne doivent pas être réduits.

Remarque : *sauf exception, il faut déroger aux règles BAEL et BPEL et prendre en compte le gradient thermique concomitant au cas de charges. En effet, faire passer un convoi exceptionnel juste à l'heure où le gradient thermique est très faible n'est pas réaliste et, de plus, les méthodes utilisables pour stabiliser les effets thermiques sont contraignantes (se reporter au guide du Sétra pour l'emploi du BPEL 1983).*

1.5.11 La circulaire n° 85-63 du 30 août 1985

Cette circulaire a consacré la fin du régime transitoire de 5 ans pour les engins de travaux publics ne respectant pas la circulaire de 1975 et introduit quelques modifications pour tenir compte de l'évolution des techniques et des matériels. Les modifications par rapport aux règles de 1975 sont marquées dans le présent document par le signe **(M).** Un effort a également été fait pour simplifier les tableaux de 1975.

- Prescriptions du code de la route (sans changement) :

  - article R 56 essieu isolé de 13 tonnes ;
  - article R 57 charge limite de 5 t/m entre essieux extrêmes ;
  - article R 58 pour 2 essieux consécutifs la charge limite à l'essieu varie de 7,35 à 10,5 tonnes lorsque la distance entre les 2 essieux varie de 0,90 à 1,35 m.

- Prescriptions anciennes et nouvelles relatives aux convois des 1ère et 2ème catégories et imposées par la résistance des ponts :
  - **(M)** engins à 2 essieux suppression de la limite de répartition longitudinale de charge ;
  - engins à 3 essieux, respect des 6,5 t/m entre essieux extrêmes ;
  - engins à plus de 3 essieux respect des 5 t/m entre essieux extrêmes et des 6,5 t/m sur 3 essieux consécutifs quelconques ne faisant pas partie d'un groupe et dans le cas contraire nouvelle limitation des charges par essieu ou par ligne d'essieux **(M)**. Ces nouvelles dispositions remplaçaient la règle du tridem. (se reporter aux valeurs du tableau ci-après qui concernent surtout les grues automotrices comportant des essieux également espacés et chargés. Il s'agit des nouvelles grues à châssis court).
  - **(M)** de plus, si le poids de l'essieu le plus chargé ne dépassait pas 13,5 tonnes, à la place de la règle des 5 t/m, on appliquait les règles du tableau ci-après.

Nature du convoi	Charge par mètre linéaire de distance entre essieux extrêmes
1ère catégorie	plus de limitation (remplace le règle des 5 t/m de 1975)
2ème catégorie 45 t< PTRA ≤ 52 t	≤ 6 t/m
2ème catégorie 52 t< PTRA ≤ 60 t	≤ 5,5 t/m

- Prescriptions nouvelles et anciennes relatives aux convois de 1ère, 2ème et 3ème catégorie imposées par la résistance des chaussées voire des ponts :

∗ Cas des essieux isolés, lorsque l'espacement entre les essieux atteint 2 mètres devaient s'appliquer les limites des tableaux (a) (b) et (d) de 1975 ;

essieu rigide		ligne de 2 demi essieux		ligne de 3 demi essieux		ligne de 4 demi essieux	
RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ
13 t	16,5 t	16,5 t	20,5 t	22 t	27,5 t	28 t	35 t
RS = roues simples et RJ = roues jumelées.							

∗ **(M)** Cas des essieux isolés des engins automoteurs équipés de 2 essieux à roues simples avec une pression de gonflage des pneus ≤ 3 bars. Si l'essieu est brisé, la charge autorisée ne devait pas dépasser la moitié de celle admise sur un essieu rigide ;

Distance entre essieux d en mètres		Charge maximale Q en tonnes
≥	<	
2,00	2,30	16,5
2,30	2,60	17,0
2,60	2,90	17,5
2,90	3,20	18,0
3,20	3,50	18,5
3,50		19,0

∗ **(M)** Cas des essieux multiples des véhicules et matériels rentrant dans la composition des convois de 1ère et 2ème catégorie. Cette prescription qui concernait à la fois les chaussées et les ponts et remplaça la règle du tridem ;

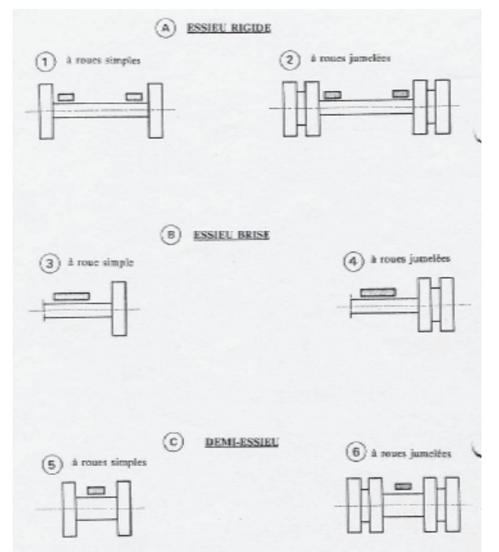
Distance entre essieux en mètres		groupe de 2 essieux		groupe de 3 essieux		groupe de 4 essieux ou de 4 lignes de ½ essieux à RS ou RJ	groupe de N essieux ou de N lignes de ½ essieux à RS ou RJ
≥	<	RS	RJ ou groupe de 2 lignes de ½ essieux à RS ou RJ	RS	RJ ou groupe de 3 lignes de ½ essieux à RS ou RJ		
0,90	1,05	8	10,5	7,5	9	7,5	32/N
1,05	1,20	9	11,5	8	9,3	7,8	34/N
1,20	1,35	10	12,5	9	9,6	8,2	36/N
1,35	1,50	11	13,5	10	10	8,5	37/N
1,50	1,65	11,5	14,5	10,3	10,3	8,8	38/N
1,65	1,80	12,0	15,0	10,6	10,6	9,1	39/N
1,80	2,00	12,5	15,5	11	11	9,5	40/N
RS : roues simples et RJ : roues jumelées Si la pression de gonflage est $\leq$ 5 bars majoration de 1 tonne des charges à l'essieu. Si un convoi de 1ère ou 2ème catégorie ne respecte pas les limites, il peut cependant circuler dans les conditions admises pour un convoi de 3ème catégorie s'il respecte les limites relatives à cette catégorie de convoi.							

∗ **(M)** Cas des essieux multiples des véhicules et matériels rentrant dans la composition des convois de 3ème catégorie ;

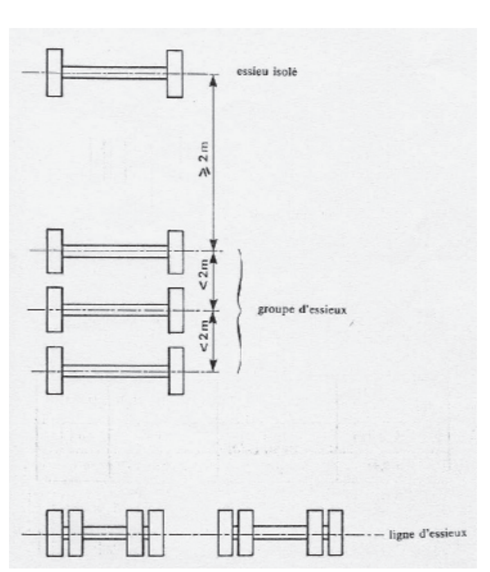
Distance entre essieux en mètres		Charge par groupe de 2 essieux en tonnes		Charge par groupe de 3 essieux en tonnes		Charge par groupe de 4 essieux et plus en tonnes	
≥	<	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ
0,90	1,05	8	10,5	7,5	9	7,5	8
1,05	1,20	9	11,5	8	9,5	8	8,5
1,20	1,35	10	12,5	9	10,5	8,5	9,5
1,35	1,50	11	13,5	10	11,5	9,5	10,5
1,50	1,65	11,5	14,5	11	13	10,5	11,5
1,65	1,80	12,0	15,0	12	14	11	13
1,80	2,00	12,5	15,5	12,5	15	11,5	14,5
RS : roues simples et RJ : roues jumelées Si la pression de gonflage est $\leq$ 5 bars majoration de 1 tonne des charges à l'essieu.							

Remarque : *Lorsque les contenus des cellules des 2 tableaux(1ère/2ème catégories et 3ème catégorie) sont identiques la condition prépondérante est la résistance des chaussée. Lorsqu'elles sont différentes (cellules grisées),* ***c'est la résistance des ponts qui impose les valeurs du tableau 1ère et 2ème catégories.***
Pour la troisième catégorie, les tableaux ne donnent que les conditions chaussées. Les ponts doivent faire l'objet d'un recalcul sauf si la structure a déjà été recalculée sous un convoi semblable..

Distance entre essieux en mètres		Charge par ligne d'essieu en tonnes Groupe de 2 lignes de demi-essieux						Charge par ligne d'essieu en tonnes Groupe de 3 lignes et plus de demi-essieux					
		2 demi-essieux par ligne		3 demi-essieux par ligne		4 demi-essieux par ligne		2 demi-essieux par ligne		3 demi-essieux par ligne		4 demi-essieux par ligne	
≥	<	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ
1,05	1,15	12,0	16,0	14,0	20,0	17,0	24,0	9,5	14,5	11,5	17,5	14,0	20,5
1,15	1,25	12,5	16,5	15,0	21,0	18,0	25,0	10,0	15,0	13,0	19,0	15,5	22,0
1,25,	1,35	13,0	17,0	16,0	22,0	19,5	26,5	11,0	16,0	14,0	20,5	17,0	23,5
1,35	1,45	13,5	17,5	17,0	23,0	21,0	28,0	12,0	16,5	15,0	21,5	18,5	25,0
1,45	1,55	14,0	18,0	18,0	24,0	22,5	29,5	13,0	17,0	16,0	22,5	20,0	27,0
1,55	1,65	14,5	18,5	19,0	25,0	24,0	31,0	13,5	17,5	17,0	23,5	21,5	28,5
1,65	1,75	15,0	19,0	20,0	25,5	25,0	32,0	14,0	18,0	18,0	24,5	23,0	30,5
1,75	1,85	15,5	19,5	21,0	26,0	26,0	33,0	14,5	18,5	19,0	25,5	24,5	32,5
1,85	2,00	16,0	20,0	21,5	26,5	27,0	34,0	15,0	19,5	20,0	26,5	26,0	33,5
RS : roues simples et RJ : roues jumelées Les essieux doivent avoir des dimensions minimales fixées par la circulaire. Suspension hydraulique ou autorisée par la Direction des Routes si PTRA>120 tonnes. Réduction des charges autorisées de 10% si les convois entre 70 et 120 tonnes ne sont pas équipés d'une suspension hydraulique ou d'une suspension autorisée par la Direction des Routes.													




les différents types d'essieux



l'essieu isolé, le groupe d'essieux…

∗ **(M)** si les dimensions des lignes d'essieux (D et V) étaient inférieures aux limites indiquées, aux charges limites des tableaux précédents devaient s'appliquer les diminutions du tableau suivant ;

Distances entre essieux en mètres	1,30<D<1,50	1,50<D<1,70	D>1,70
0,70<V<0,80	1,5 t	1,0 t	0,5 t
V>0,80	1,0 t	0,5 t	0 t

1.5.12 L'arrêté du 22 août 1989 fixant les conditions d'application de l'article R 43-4 (5ème alinéa) du code de la route et circulaire d'application n°89-52 du 22 août 1989.

Cet arrêté autorisa par arrêté préfectoral **à déroger à l'interdiction générale de circulation des convois exceptionnels sur autoroutes** après accord des gestionnaires des sections empruntées et ce, dans les deux cas suivants :

- Premier cas, convois capables d'atteindre une vitesse de 50 km/h en palier dont les caractéristiques ne dépassent pas les valeurs suivantes largeur 3 mètres, longueur 25 mètres, hauteur 4,50 mètres, poids 70 tonnes et qui respectent les prescriptions relatives aux charges par essieu et ligne d'essieux ainsi que la répartition longitudinale des charges.

- Deuxième cas, très gros convois lorsque l'itinéraire routier normal ne peut être emprunté.

1.5.13 Les circulaires n°91-84 du 20 décembre 1991 et n°92-53 du 15 septembre 1992

La circulaire 91-84 compléta la circulaire de 1975 sur les conditions de circulation des grues mobiles routières dont les dimensions ou le poids excèdent les limites autorisées par le code de la route.
Cette circulaire a eu pour but de d'assouplir les conditions de délivrance des autorisations pour les grues de PTAC ne dépassant pas 48 tonnes. Bien entendu, sous réserve du respect des charges limites à l'essieu et de la répartition longitudinale de la charge comme suit :

- véhicules à 2 essieux, pas d'obligation,
- véhicules à 3 essieux, 8 t/m si la charge à l'essieu ne dépasse pas 12 t,
- véhicules à 4 essieux et plus, respect de l'article II.2 du C du chapitre 1er de la circulaire de 1975 modifiée en 1985.

La circulaire 92-53 compléta la circulaire de 1975 sur les conditions de transport de plusieurs pièces et les interdictions de circulation.

1.5.14 La circulaire n° 99-56 du 6 janvier 1999

Elle a de nouveau modifié la circulaire de 1975 compilée au 30 mai 1997 à cause :
- de la suppression de l'article R 57 (5 t/m) du Code de la Route (décret n°97-572 du 30 mai 1997 dans le cadre de l'harmonisation des règles européennes) ;
- et de certains aménagements concernant les grues automotrices.

Il est à noter que tous les convois européens satisfont à la règle des 5 t/m. Cette règle doit cependant être conservée pour les convois exceptionnels.

Sur ce dernier point, les calculs effectués (moments fléchissants dans les poutres et entretoises) ont montré qu'un assouplissement de la règle des 6,5 t/m était possible pour les engins automoteurs de moins de 4 essieux.
Les prescriptions du tableau ci-avant relatives à la répartition longitudinale de la charge et des convois de 1ère et 2ème catégorie sont modifiées comme suit (les modifications sont notées **(M)**).

Art 2.2 engins à 2 essieux	pas de prescription sur la répartition longitudinale de la charge
Art 2.3 engins à 3 essieux	**(M)** 8 t/m entre essieux extrêmes si l'essieu le plus chargé ≤ 12 t 6,5 t/m entre essieux extrêmes
Art 2.4 engins à plus de 3 essieux	6,5 t/m entre 3 essieux consécutifs ne faisant pas partie d'un groupe et Si les 3 essieux font partie d'un groupe, appliquer le tableau de l'article 3.2 de la circulaire **(M)** L'article R 57 est remplacé par les dispositions suivantes : convois de 1ère catégorie : ≤45 t pas de limitation si l'essieu le plus chargé ≤13,5 t sinon 5 t/m entre essieux extrêmes convois de 2ème catégorie : 45 t < PTRA ≤ 52 t : ≤6 t/m si l'essieu le plus chargé ≤13,5 t sinon 5 t/m entre essieux extrêmes 52 t < PTRA ≤ 60 t : ≤5,5 t/m si l'essieu le plus chargé ≤13,5 t sinon 5 t/m entre essieux extrêmes 60 t < PTRA ≤ 70 t : ≤5 t/m entre essieux extrêmes

A ces conditions s'ajoutent des précisions sur les règles d'accompagnement des convois (Chapitre V-E de la circulaire) afin d'éviter lorsqu'un un convoi déroge aux règles de répartition longitudinale des charges qu'un poids lourd se trouve sur l'ouvrage en même temps que le convoi.

1.5.15 Le transport de bois ronds

Le présent paragraphe ne concerne pas des convois exceptionnels au sens réglementaire du terme dans la mesure où les charges concernées sont divisibles.
Cependant, la réglementation spécifique à ce type de transport est évoquée dans ce chapitre dans la mesure où elle peut autoriser la circulation de charges lourdes (pouvant atteindre 72 tonnes).

Comme suite à la tempête de décembre 1999, des dérogations "provisoires" ont été autorisées pour le transport de bois rond.

Le transport de bois rond ne rentre pas dans le cadre de la réglementation sur les transports exceptionnels dans la mesure où la condition d'indivisibilité des masses n'est pas vérifiée. Cependant, la réglementation spécifique à ce type de transport est évoquée ici dans la mesure où elle peut autoriser la circulation de charges très lourdes.

1.5.15.1 La loi du 9 juillet 2001

L'article 17 de la loi d'orientation sur la forêt du 9 juillet 2001 a autorisé pour 5 ans "les transports de bois ronds (…) sur des itinéraires arrêtés par les autorités publiques compétentes dans le département lorsqu'ils sont réalisés par des véhicules dont le poids roulant n'excède pas 50 tonnes pour ceux relevant des transports exceptionnels de 1ère catégorie et 72 tonnes pour ceux relevant des transports exceptionnels de 2ème catégorie."

1.5.15.2 Le décret du 30 avril 2003

Un **décret du 30 avril 2003** a été élaboré pour permettre l'application de la loi et encadrer les possibilités qu'elle offre. Selon ce décret, en particulier (extraits de l'article 2) :
"Le transport exclusif de bois ronds effectué par des ensembles de véhicules de plus de 4 essieux et dont le poids total roulant excède 40 tonnes est régi par les dispositions du code de la route, sous réserves des règles dérogatoires prévues par le présent décret. (…)
II – Le poids total roulant d'un véhicule articulé, d'un ensemble composé d'un véhicule à moteur et d'une remorque ou d'un train double ne doit pas dépasser :
52 tonnes si l'ensemble considéré ne comporte pas plus de 5 essieux
57 tonnes si l'ensemble considéré ne comporte pas plus de 6 essieux
65 tonnes si l'ensemble considéré ne comporte pas plus de 7 essieux
72 tonnes si l'ensemble considéré comporte plus de 7 essieux
IV – les charges maximales à l'essieu des ensembles de véhicules doivent respecter les limites fixées par arrêté du ministère des transports
V – A l'intérieur d'un département, les itinéraires sur lesquels la circulation des véhicules transportant des bois ronds est autorisée sont définis par un arrêté du préfet pris avec l'accord des autorités investies du pouvoir de police et des gestionnaires du domaine pour ce qui concerne les voies relevant de leur compétence."

1.5.15.3 L'arrêté du 25 juin 2003

Le texte de la loi du 9 juillet 2001 visait la réglementation des transports exceptionnels. Cette référence n'était pas satisfaisante dans la mesure où la réglementation sur les convois exceptionnels ne concerne que le transport de colis indivisibles, mais elle avait le mérite d'imposer de façon implicite le respect des règles de cette réglementation transports exceptionnels sur les poids à l'essieu et sur les répartitions longitudinales des charges.

Avec le décret du 30 avril 2003 toute référence à la réglementation sur les transports exceptionnels disparaît, et seule apparaît la référence au Code de la Route complétée par un poids total autorisé pour un nombre d'essieux donné. Il y avait donc un risque de voir circuler des camions dérogeant au code de la route et plus agressifs que les convois exceptionnels pour les chaussées et les ouvrages d'art.

L'arrêté du 25 juin 2003 (qui était prévu dans l'article IV du décret du 30 avril 2003) permet d'imposer aux camions transportant des bois ronds qui dérogent aux conditions du code de la route, les mêmes limitations de charge que la réglementation sur les convois exceptionnels.

1.5.15.4 Circulaire de la Direction des Routes

Une circulaire de la Direction de Routes sur le sujet a été publiée le 19 juillet 2004.

1.5.16 L'arrêté interministériel du 26 novembre 2003.

1.5.16.1 Généralités

Comme suite à la prise en compte des transports exceptionnels par le Code de la Route fin 2000 (article R433-1 qui définit les catégories de véhicules réglementés par le transport exceptionnel), et conformément à l'article R433-5, un **"arrêté interministériel relatif aux transports exceptionnels de marchandises, d'engins ou de véhicules"** daté du 26 novembre 2003 a été signé (JO du 21 mars 2004 et BO du 10 avril 2004).

La circulaire de 1975 ayant été de nombreuses fois modifiée depuis sa sortie, il a été jugé nécessaire de compiler l'ensemble des textes pour les rendre plus compréhensibles et faciles à appliquer. De plus, quelques modifications complémentaires ont été apportées à certains articles.
Ce nouveau document remplace donc en un texte unique la majorité des textes réglementaires en ce domaine parus depuis 1975.

Comme précédemment, diverses limites sont imposées aux convois en fonction de 3 aspects:

- sécurité des usagers et gêne à la circulation (limites sur l'encombrement des convois),
- résistance des chaussées (limites sur les charges par essieux),
- résistance des ouvrages d'art (limites sur les charges maximales totales, limites sur les charges par essieux, et limites sur la répartition longitudinale des charges).

Il est à noter que dans le nouvel arrêté les charges limites imposées par les ouvrages d'art sont grisées et peuvent ainsi être distinguées de celles imposées par les chaussées.

1.5.16.2 Principales conséquences pour les ouvrages d'art

On peut noter les deux nouveautés suivantes.

a) les limites en masse totale des 1ère et 2ème catégories sont réévaluées, et passent respectivement de 45 et 70 tonnes à 48 et 72 tonnes.
Les autres conditions sur les charges et leurs répartitions restent inchangées par rapport à la réglementation précédente.
Une étude effectuée par le Sétra dans la cadre de la mise au point de la réglementation du 26 novembre 2003, a permis d'établir que l'évolution de ces tonnages n'ont pas de conséquence sur les conditions de circulation des convois de 1ère et de 2ème catégories. En effet, la réévaluation de ces masses totales ne correspond pas à une augmentation notable de l'agressivité des convois précédents car les règles de répartition longitudinale des charges, de charge à l'essieu ou par groupe d'essieux restent inchangées, ce qui ne conduit qu'à une faible augmentation des sollicitations.

b) le cas particulier de la grue automotrice à 4 essieux de 12 tonnes est abordé.
Cette grue doit vérifier les conditions suivantes :
- 9 t/ml entre essieux extrêmes
- 10 t/ml sur trois essieux consécutifs ne faisant pas partie d'un même groupe.
En ce qui concerne la grue automotrice de 48 tonnes à 4 essieux de 12 tonnes, l'étude du Sétra a montré que celle-ci s'avère particulièrement agressive pour les ouvrages du fait de sa grande compacité (9 tonnes/ml entre essieux extrêmes). Des conditions spécifiques de circulation ont été établies, en fait proches de celles des convois de seconde catégorie.

Les paragraphes ci-après détaillent le contenu de cet arrêté interministériel. L'année de la circulaire d'origine figure entre parenthèses **(exemple : 1985).** Les modifications sont également indiquées **(exemple : M) .**
Sont présentés en premier les extraits les plus importants de l'arrêté dans l'optique ouvrages d'art, puis les règles de charges (charges maximales autorisées pour les essieux isolés, les groupes d'essieux…).

1.5.16.3 Texte de l'arrêté interministériel

1.5.16.3.1 Définitions :

- un véhicule isolé est un véhicule pourvu d'un moteur à propulsion et circulant seul par ses propres moyens ;
- un ensemble routier est un ensemble formé par un au moins véhicule à moteur et un ou plusieurs véhicules remorqués (véhicule articulé, train routier…)

1.5.16.3.2 Autorisations (titre I de l'arrêté)

L'autorisation individuelle de transport , nominative est délivrée pour une durée déterminée ou un nombre de voyages limité en fonction de la catégorie du transport définie par les caractéristiques du convoi (dimensions hors tout, masse). Les trois catégories figurent dans le tableau ci-après issu de la circulaire de 1975 avec les quatre modifications suivantes :

- * 48.000 kg au lieu de 45.000 kg ;
- ** 72.000 kg au lieu de 70.000 kg ;
- *** 20 m au lieu de 18 m ;
- **** masse au lieu de poids.

Convois	1ère catégorie	2ème catégorie	3ème catégorie
(****) Masse totale (en kg)	≤48.000 (*)	(*) 48.000 < et ≤ 72.000 (**)	72.000 < (**)

Largeur (en mètres)	≤ 3	3 < et ≤ 4	4 <
Longueur (en mètres)	≤ 20 (***)	(***) 20 < et ≤ 25	25 <

(M)

1.5.16.3.3 Règles de circulation (titre II de l'arrêté)

a) généralités

Les règles de circulation et dispositions concernant les véhicules, applicables aux transports exceptionnels, qu'ils soient effectués sous couvert d'autorisation individuelle ou d'autorisation de portée locale, sont précisées dans les articles 5 à 12 du présent arrêté.
Le conducteur du convoi doit respecter l'ensemble des dispositions précisées par l'autorisation qui lui a été délivrée (autorisation individuelle ou autorisation de portée locale) et suivre strictement l'itinéraire mentionné dans celle-ci.

Le conducteur doit également : (le texte de l'arrêté n'a pas été retranscrit ici dans son intégralité)

- respecter les interdistances entre véhicules prévues à l'article R. 412-12 du code de la route ;
- respecter une interdistance d'au moins 10 mètres en agglomération, avec un véhicules qui le précède ;
- respecter une interdistance d'au moins 500 mètres avec un convoi (exceptionnel) qui le précède.

b) Circulation sur autoroute (retranscription partielle de l'article 6)

Conformément à l'article R. 433-4 du code de la route, la circulation des convois est interdite sur autoroute sauf dérogations prévues à l'article 6 du présent arrêté et explicitées ci-dessous.
Les convois sont divisés en deux groupes selon leur gabarit et leur masse totale roulante et sont soumis à des conditions de circulation spécifiques.

Convois relevant du premier groupe

Les caractéristiques techniques des convois concernés sont les suivantes :

- largeur inférieure ou égale à 3 m ;
- longueur inférieure ou égale à 25 m ;
- hauteur inférieure ou égale à 4,50 m ;
- masse totale roulante inférieure ou égale à la limite maximale en masse de la 2ème catégorie ;
- charges par essieu traversant ou ligne d'essieux pendulaires, répartition longitudinale de la charge conformes aux règles de charge définies dans l'annexe 6 du présent arrêté;
- vitesse minimale en palier de 50 km/h.

Un véhicule de protection arrière sera imposé à tout convoi ne pouvant maintenir une vitesse de 50 km/h en rampe à 3 p. 100 ou transportant des matières dangereuses.
Les convois du premier groupe sont soumis à des procédures et conditions différentes selon qu'ils circulent sous couvert d'une autorisation individuelle ou de portée locale.(se reporter au texte de l'arrêté).

Convois relevant du deuxième groupe

Les transports dont les caractéristiques excèdent les limites du premier groupe, relèvent du deuxième groupe et peuvent être autorisés sur certaines sections dans les conditions suivantes :

- lorsque l'itinéraire routier, normalement utilisé, a été classé autoroute et qu'aucun itinéraire routier de substitution n'a été réalisé à cette occasion. Une logique d'itinéraires doit être recherchée, le convoi autorisé à circuler sur plusieurs sections autoroutières de ce type, doit pouvoir être autorisé à rester sur l'autoroute.
- lorsque l'itinéraire routier normalement utilisé ne peut être emprunté, et qu'une courte déviation autoroutière ou un franchissement à niveau permet de contourner l'obstacle.

Dans ce dernier cas, la circulation ne peut être autorisée qu'à condition que le transport présente un intérêt pour l'économie locale ou nationale et qu'ils ne puisse être effectué par aucune autre moyen de transport, routier, aérien, maritime ou fluvial.

c) Règles spécifiques de franchissement des ouvrages d'art

Sauf cas particulier, le service gestionnaire de la voie portée gère également l'ouvrage d'art.
Pour les passages supérieurs, les renseignements concernant la hauteur libre ou la largeur utile de l'ouvrage sont à demander à chaque service gestionnaire. Dans le cas du passage sous un pont portant une voie ferrée, il s'agit du service ferroviaire régional ou local de l'exploitant.

Pour les passages inférieurs, suivant la masse totale roulante du convoi, la charge par essieu (essieu traversant ou lignes d'essieux pendulaires) et le respect ou non des règles de répartition longitudinale de la charge sur les essieux, figurant à l'annexe 6 du présent arrêté, les ouvrages d'art seront franchis ou interdits suivant les dispositions qui suivent. La vitesse normale considérée ci-après correspond à la vitesse maximale autorisée sur l'axe routier conformément à l'article 9 du présent arrêté.

- cas 1 : le convoi peut franchir l'ouvrage mêlé à la circulation et à vitesse normale ;
- cas 2 : le convoi doit franchir l'ouvrage sans autre véhicule dans le sens de circulation du convoi et à vitesse normale ;
- cas 3 : le convoi doit franchir l'ouvrage sans autre véhicule sur l'ouvrage, dans l'axe de l'ouvrage et à vitesse normale ;
- cas 4 : le convoi doit impérativement franchir l'ouvrage sans autre véhicule sur l'ouvrage, dans l'axe de l'ouvrage et à une vitesse inférieure à 10 km/h ;
- cas 5 ;: le convoi ne peut pas circuler sur l'ouvrage.

Pour éviter qu'un autre véhicule ne se trouve sur un ouvrage d'art en même temps que le convoi exceptionnel dans le sens de progression de celui-ci, un véhicule de protection arrière se maintenant à distance du convoi, est nécessaire. Le convoi augmente lui aussi sa distance avec le véhicule qui le précède.

1.5.16.4 Annexe 3 : règles de charges

1.5.16.4.1 Introduction

Le code de la route, dans ses articles R. 312-4 à R. 312-6 limite les charges maximales sur le réseau routier.

D'autres limites aux charges admissibles par essieu ont été établies pour permettre la circulation des transports exceptionnels. Celle-ci est subordonnée au respect de règles relatives aux chaussées d'une part (charges limites sous les essieux) et au respect de règles relatives aux ouvrages d'art d'autre part (répartition longitudinale de la charge et groupes d'essieux) afin de préserver le patrimoine.

Les convois de toutes catégories dont la masse totale roulante est inférieure ou égale à la limite maximale en masse de la 2ème catégorie doivent respecter à la fois les règles de charge des chaussées et les règles de charge des ouvrages d'art.

Les règles ouvrages d'art ont été établies [3] pour les ouvrages d'art en bon état et conçus pour supporter les charges des règles de charges soit de 1958/1960 soit de 1971 comme suit :

- les convois de 1ère catégorie sont couverts par les règles de 1958/1960 et de 1971 ;
- les convois de 2ème catégorie sont couverts par les règles de 1971 sauf pour les ponts d'une largeur de chaussée inférieure à 5,50 m non prise en compte par le système Bt.
- Pour autoriser le passage des convois de 1ère catégorie sur les ouvrages d'art conçus avec les règles de charges antérieures à 1958/1960 et celui des convois de 2ème catégorie sur les ouvrages d'art conçus avec les règles de charges antérieures à 1971, un recalcul s'avère nécessaire (au minimum s'assurer que l'ouvrage peut supporter les charges des règles de charges de 1960 et/ou 1971).

La circulation des convois de masse totale roulante supérieure à la limite maximale en masse de la 2ème catégorie nécessite le respect des règles relatives aux chaussées et la vérification systématique des ouvrages d'art. C'est pourquoi aucune règle ouvrages d'art ne leur est imposée. Si un ouvrage a été recalculé sous un des convois types de la circulaire REG/3 du 2 juillet 1983, il peut normalement supporter tous les convois équivalents à ce convoi-type. Il en est de même s'il a été recalculé sous un convoi exceptionnel donné qu'enveloppe le convoi.

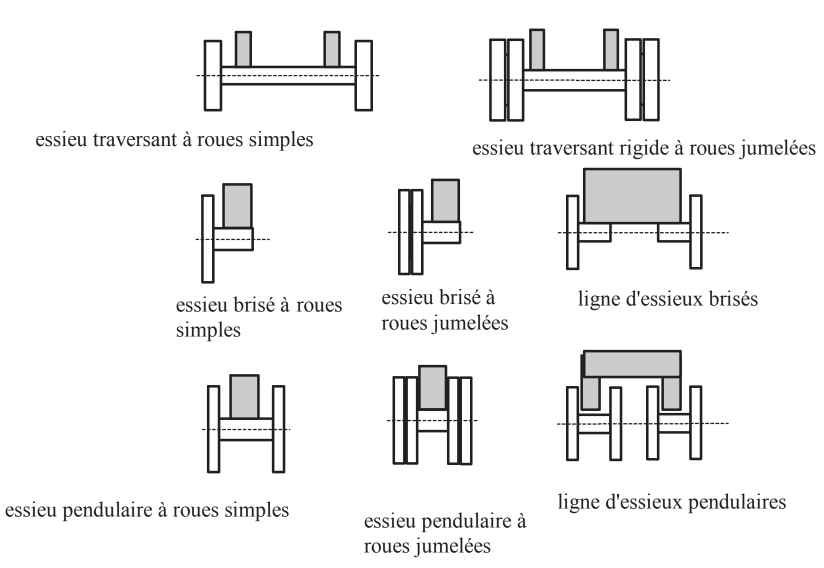
Les tableaux des valeurs limites de charge sont divisés en deux groupes correspondant aux 1ère/2ème catégorie d'une part et 3ème catégorie d'autre part. Pour un groupe d'essieux et un espacement d'essieux donnés, lorsque les valeurs des cellules en correspondance dans les tableaux sont identiques, les règles relatives aux chaussées et celles relatives aux ouvrages d'art s'appliquent. Si elles sont différentes, ce sont les conditions de résistance des ouvrages d'art qui sont prépondérantes sur les conditions de fatigue des chaussées.

---

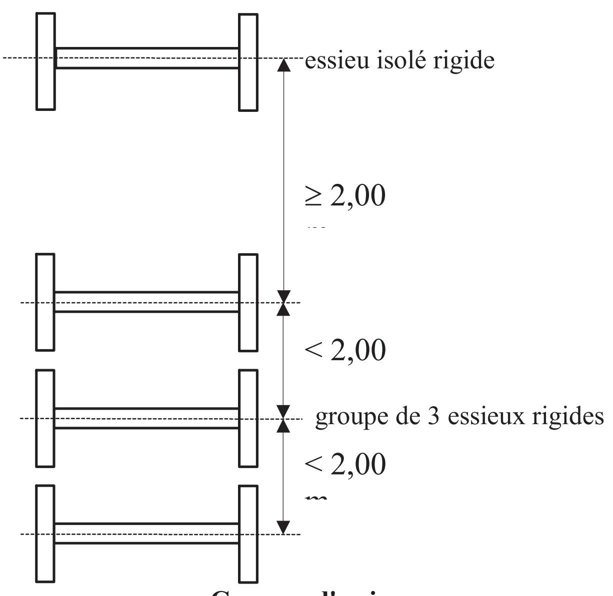
[3] Les tests avec simulation de chargements avaient été effectués sur des ponts à deux voies en remplaçant un des camions Bc par le convoi exceptionnel. Les sollicitations développées par cet ensemble ne devant pas dépasser les sollicitations développées par le système Bc (quatre camions) ou le système Bt (2 essieux de 16 tonnes) qui intervient sur les ponts de portée très faible, poutres et les éléments secondaires (dalles, entretoises…).

1.5.16.4.2 Définitions

Types d'essieux

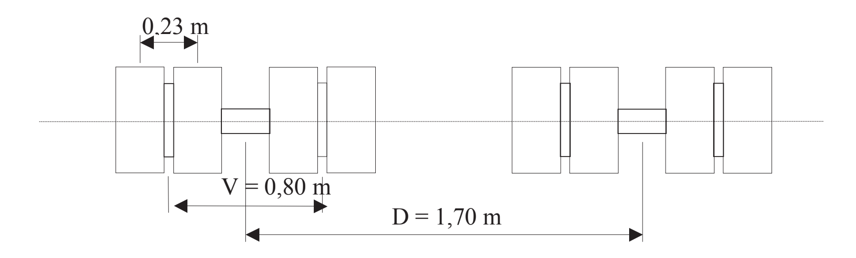


Zone de fixation de l'essieu, de l’essieu brisé ou de l'essieu pendulaire au châssis



Groupes d'essieux

Configuration des lignes d'essieux pendulaires



dessins des différents types d'essieux

- le terme “ essieu ” désigne indifféremment un essieu rigide ou une ligne de deux essieux brisés, les charges admissibles étant strictement identiques ;
- les distances sont exprimées en mètres (m) et les charges en kilogrammes (kg) ;

- les abréviations RS et RJ signifient respectivement roues simples et roues jumelées ;
- PTAC : masse totale autorisée en charge ;
- PTRA : masse totale roulante autorisée ;
- PTC : masse totale en charge ;
- essieu isolé : essieu dont la distance aux essieux voisins est supérieure ou égale à deux mètres ;
- groupe d'essieux : ensemble d'essieux consécutifs ne comprenant aucun essieu isolé ;
- essieu traversant : essieu rigide ou essieu droit ;
- essieu pendulaire : demi-essieu ;
- voie : distance transversale entre deux roues qu'il s'agisse de roues simples ou jumelées et d'essieu traversant ou pendulaire ;
- empattement distance longitudinale entre deux essieux ;
- la distance entre deux roues jumelées est inférieure à 0,15 m sinon il s'agit de deux roues simples.

Dans le cas ou les dimensions des lignes d'essieux pendulaires sont inférieures aux limites indiquées ci-dessous, on applique sur les charges admissibles les diminutions précisées dans le tableau suivant (1985) :

Voie (m)	Distance entre les essieux (m)		
	$1{,}30 \leq D < 1{,}50$	$1{,}50 \leq D < 1{,}70$	$1{,}70 \geq D$
$0{,}70 \leq V < 0{,}80$	1 500 kg	1 000 kg	500 kg
$0{,}80 \geq V$	1 000 kg	500 kg	0 kg

réductions des charges à l'essieu (1985)

1.5.16.4.3 Prescriptions relatives à la répartition longitudinale de la charge

La règle de répartition longitudinale des charges est imposée par la résistance **des ouvrages d'art** pour les convois de **masse totale roulante ≤ limite maximale en masse de la 2ème catégorie (72.000 kg) :**

- Pour les convois comportant **deux essieux**, aucune prescription relative à la répartition longitudinale de la charge n'est imposée **(1985).**
- Pour les convois comportant **trois essieux**, la charge totale ne doit pas dépasser :
  - 8 000 kg par mètre de distance linéaire entre les essieux extrêmes si la masse de l'essieu le plus chargé est inférieur ou égal à 12 000 kg **(1991 et 1992)**,
  - 6 500 kg par mètre dans le cas contraire **(1975)**.
- Pour les convois comportant **plus de trois essieux** traversants ou lignes d'essieux pendulaires :
  - la charge par mètre de distance entre les essieux extrêmes ne doit pas dépasser, suivant la masse totale du transport, les valeurs du tableau ci-dessous **(1985)** :

Masse totale roulante (PTR)	Charge maximum par mètre linéaire, si la masse sur l'essieu le plus chargé est :	
	≤ 13 500	> 13 500
PTR ≤ 45 000	-	5 000
45 000 ≤ PTR < 52 000	6 000	5 000
52 000 ≤ PTR < 60 000	5 500	5 000
PTR ≥ 60 000	5 000	5 000

charge maximale par mètre linéaire

– la charge maximale transmise à la route par **trois essieux consécutifs ne faisant pas partie d'un groupe** doit être inférieure ou égale à 6 500 kg par mètre linéaire **(1975)**.

1.5.16.4.4 Prescriptions relatives aux limites de charge par essieu traversant ou lignes d'essieux pendulaires

- **Essieu traversant isolé ou ligne d'essieux pendulaires isolée, convois de toutes catégories (de la première à la troisième).**

La charge maximale portée par essieu pour un essieu isolé est imposée par **la fatigue des chaussées**.

Pour tout convoi, la charge portée par un essieu isolé doit être inférieure ou égale aux limites fixées au tableau ci-après **(1975 et 1985)** :

Essieu		Ligne de 2 essieux pendulaires		Ligne de 3 essieux pendulaires		Ligne de 4 essieux pendulaires	
RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ
13 000	16 500	16 500	20 500	22 000	27 500	28 000	35 000

charges maximales des essieux isolés (1975 et 1985)

Dans le cas particulier **des engins automoteurs** (par exemple, grues) équipés **de deux essieux isolés à roues simples** avec une pression de gonflage des pneumatiques inférieure ou égale à 3 bars, les valeurs fixées au tableau ci-dessous sont autorisées (1985) :

Distance d entre les 2 essieux traversants isolés	Charge maximum par essieu traversant
2,00 ≤ d < 2,30	16 500
2,30 ≤ d < 2,60	17 000
2,60 ≤ d < 2,90	17 500
2,90 ≤ d < 3,20	18 000
3,20 ≤ d < 3,50	18 500
3,50 ≤ d	19 000

charge maximale à l'essieu des engins automoteurs à 2 essieux (1985)

- **Groupes d'essieux traversants ou de lignes d'essieux pendulaires, convois de PTC ou PTRA ≤ à la limite maximale en masse de la 2ème catégorie (≤ 72.000 kg)**

La charge maximale portée par essieu est imposée par la fatigue des chaussées **et par la résistance des ouvrages d'art**. La zone d'influence des ouvrages d'art figure **en grisé** dans les tableaux.

Pour tout convoi, la charge maximale portée par essieu traversant ou ligne d'essieux pendulaires doit être inférieure ou égale aux limites des tableaux ci-après **(1985 et M)** :

Distance d entre essieux	Groupe de 2 essieux traversants		Groupe de 3 essieux traversants		Groupe de 4 essieux traversants		Groupe de n essieux traversants (n ≥ 5)
	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ	RS ou RJ
0,90 ≤ d < 1,05	8 000	10 500	7 500	9 000	7 500	7 500	32 000 / n
1,05 ≤ d < 1,20	9 000	11 500	8 000	9 300	7 800	7 800	34 000 / n
1,20 ≤ d < 1,35	10 000	12 500	9 000	9 600	8 200	8 200	36 000 / n
1,35 ≤ d < 1,50	11 000	13 500	10 000	10 000	8 500	8 500	37 000 / n
1,50 ≤ d < 1,65	11 500	14 500	10 300	10 300	8 800	8 800	38 000 / n
1,65 ≤ d < 1,80	12 000	15 000	10 600	10 600	9 100	9 100	39 000 / n
1,80 ≤ d < 2,00	12 500	15 500	11 000	11 000	9 500	9 500	40 000 / n

charge à l'essieu de type traversant (1985)

Distance d entre lignes d'essieux pendulaires	Groupe de 2 lignes d'essieux pendulaires	Groupe de 3 lignes d'essieux pendulaires	Groupe de 4 lignes d'essieux pendulaires		Groupe de n lignes d'essieux pendulaires
	RS ou RJ	RS ou RJ	RS	RJ	(n ≥ 5) RS ou RJ
0,90 ≤ d < 1,05	10 500	9 000	7 500	7 500	32 000 / n
1,05 ≤ d < 1,20	11 500	9 300	7 800	7 800	34 000 / n
1,20 ≤ d < 1,35	12 500	9 600	8 200	8 200	36 000 / n

1,35 ≤ d < 1,50	13 500	10 000	8 500	8 500	37 000 / n
1,50 ≤ d < 1,65	14 500	10 300	8 800	8 800	38 000 / n
1,65 ≤ d < 1,80	15 000	10 600	9 100	9 100	39 000 / n
1,80 ≤ d < 2,00	15 500	11 000	9 500	9 500	40 000 / n

charge à l'essieu de type pendulaire (M)

- **Groupes d'essieux traversants ou de lignes d'essieux pendulaires, convois de PTC ou PTRA > à la limite maximale en masse de la 2ème catégorie (> 72.000 kg**

La règle de charge maximale portée par essieu est imposée uniquement par **la fatigue des chaussées.**

Il est rappelé que les ouvrages d'art doivent faire l'objet d'une vérification au coup par coup. La comparaison des tableaux montre bien l'influence des ouvrages d'art sur le niveau des charges autorisées.

Pour tout convoi, la charge maximale portée par essieu traversant ou ligne d'essieux pendulaires doit être inférieure ou égale aux limites des tableaux ci-après **(1985)** :

Distance d entre essieux traversants	Groupe de 2 essieux traversants		Groupe de 3 essieux traversants		Groupe de 4 essieux traversants et plus	
	RS (*)	RJ	RS	RJ	RS	RJ
0,90 ≤ d < 1,05	8 000	10 500	7 500	9 000	7 500	8 000
1,05 ≤ d < 1,20	9 000	11 500	8 000	9 500	8 000	8 500
1,20 ≤ d < 1,35	10 000	12 500	9 000	10 500	8 500	9 500
1,35 ≤ d < 1,50	11 000	13 500	10 000	11 500	9 500	10 500
1,50 ≤ d < 1,65	11 500	14 500	11 000	13 000	10 500	11 500
1,65 ≤ d < 1,80	12 000	15 000	12 000	14 000	11 000	13 000
1,80 ≤ d < 2,00	12 500	15 500	12 500	15 000	11 500	14 500

charge à l'essieu de type traversant (1985)

Distance d entre essieux traversants	Groupe de 2 lignes d'essieux pendulaires					
	à 2 essieux pendulaires par ligne		à 3 essieux pendulaires par ligne		à 4 essieux pendulaires par ligne	
	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ
1,05 ≤ d < 1,15	12 000	16 000	14 000	20 000	17 000	24 000
1,15 ≤ d < 1,25	12 500	16 500	15 000	21 000	18 000	25 000
1,25 ≤ d < 1,35	13 000	17 000	16 000	22 000	19 500	26 500
1,35 ≤ d < 1,45	13 500	17 500	17 000	23 000	21 000	28 000
1,45 ≤ d < 1,55	14 000	18 000	18 000	24 000	22 500	29 500
1,55 ≤ d < 1,65	14 500	18 500	19 000	25 000	24 000	31 000
1,65 ≤ d < 1,75	15 000	19 000	20 000	25 500	25 000	32 000
1,75 ≤ d < 1,85	15 500	19 500	21 000	26 000	26 000	33 000
1,85 ≤ d < 2,00	16 000	20 000	21 500	26 500	27 000	34 000

charge à l'essieu de type pendulaire (1985)

Distance d entre essieux traversants	Groupe de 3 lignes et plus d'essieux pendulaires					
	à 2 essieux pendulaires par ligne		à 3 essieux pendulaires par ligne		à 4 essieux pendulaires par ligne	
	RS	RJ	RS	RJ	RS	RJ
1,05 ≤ d < 1,15	9 500	14 500	11 500	17 500	14 000	20 500
1,15 ≤ d < 1,25	10 000	15 000	13 000	19 000	15 500	22 000
1,25 ≤ d < 1,35	11 000	16 000	14 000	20 500	17 000	23 500
1,35 ≤ d < 1,45	12 000	16 500	15 000	21 500	18 500	25 000
1,45 ≤ d < 1,55	13 000	17 000	16 000	22 500	20 000	27 000
1,55 ≤ d < 1,65	13 500	17 500	17 000	23 500	21 500	28 500
1,65 ≤ d < 1,75	14 000	18 000	18 000	24 500	23 000	30 500
1,75 ≤ d < 1,85	14 500	18 500	19 000	25 500	24 500	32 500
1,85 ≤ d < 2,00	15 000	19 500	20 000	26 500	26 000	33 500

charge à l'essieu de type pendulaire (1985)

1.5.17 L'arrêté du 4 mai 2006 relatif aux transports exceptionnels de marchandises, d'engins ou de véhicules et ensembles de véhicules comportant plus d'une remorque.

Cet arrêté remplace l'arrêté interministériel du 26 novembre 2003 et y apporte quelques modifications de détail.